

**INFORMAL ENGLISH TRANSLATION OF WO 9949504**  
**(MACHINE TRANSLATION)**

**Bibliographic Fields****Document Identity**

(19)【発行国】

日本国特許庁(JP)

【公報種別】

再公表特許(A1)

(11)【国際公開番号】

WO99/49504

【発行日】

平成14年10月22日(2002. 10. 22)

(19) [Publication Office]

Japan Patent Office (JP)

[Kind of Document]

Japanese Republished Patent Publication (A1)

(11) [International Publication Number]

WO 99/49504

[Publication Date]

Heisei 14\*October 22\* (2002.10.22)

**International Filing**

(11)【国際公開番号】

WO99/49504

(21)【国際出願番号】

PCT/JP99/01262

(22)【国際出願日】

平成11年3月16日(1999. 3. 16)

(43)【国際公開日】

平成11年9月30日(1999. 9. 30)

(81)【指定国】

EP AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB  
GR IE IT LU MC NL PT SE OA BF BJ C  
F CG CI CM GA GN GW ML MR NE SN  
TD TG AP GH GM KE LS MW SD SL S  
Z UG ZW UA AM AZ BY KG KZ MD R  
U TJ TM AE AL AM AT AU AZ BA BB  
BG BR BY CA CH CN CU CZ DE DK EE  
ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL  
IN IS JP KE KG KP KR KZ LC LK LR  
LS LT LU LV MD MG MK MN MW MX  
NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK S  
L TJ TM TR TT UA UG US UZ VN YU  
ZA ZW

(11) [International Publication Number]

WO 99/49504

(21) [International Application Number]

PCT /JP99/01262

(22) [International Application Date]

1999 March 16\* (1999.3.16)

(43) [International Publication Date]

1999 September 30 days (1999.9.30)

(81) [Designated States]

EP AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU MC  
NL PT SE OA BF BJ CF CG CI CM GA GN GW ML MR  
NE SN TD TG AP GH GM KE LS MW SD SL SZ UG ZW  
UA AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM AE AL AM AT AU  
AZ BA BB BG BR BY CA CH CN CU CZ DE DK EE ES FI  
GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR  
KZ LC LK LR LS LT LU LV MD MG MK MN MW MX  
NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL TJ TM TR TT  
UA UG US UZ VN YU ZA ZW

**Technical**

(54)【発明の名称】

投影露光方法及び装置

(51)【国際特許分類第7版】

H01L 21/027

G03F 7/20 521

(54) [Title of Invention]

projection exposure method and device

(51) [International Patent Classification, 7th Edition]

H01L21/027

G03F7/20521

## 【FI】

H01L 21/30 517

G03F 7/20 521

## 【全頁数】

30

## Filing

## 【審査請求】

未請求

## 【予備審査請求】

未請求

## 【出願番号】

特願2000-538378(P2000-538378)

## (22)【国際出願日】

平成11年3月16日(1999. 3. 16)

## Foreign Priority

## (31)【優先権主張番号】

特願平10-79263

## (32)【優先日】

平成10年3月26日(1998. 3. 26)

## (33)【優先権主張国】

日本(JP)

## Parties

## Applicants

## (71)【出願人】

## 【氏名又は名称】

株式会社ニコン

## 【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル

## Inventors

## (72)【発明者】

## 【氏名】

深海 義雄

## 【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル 株式会社ニコン 知的財産部内

## [FI]

H01L21/30517

G03F7/20521

## [Number of Pages in Document]

30

## [Request for Examination]

Unrequested

## [Provisional Request for Examination]

Unrequested

## [Domestic Application Number]

Japan Patent Application 2000- 538378 (P2000- 538378)

## (22) [International Application Date]

1999 March 16\* (1999.3.16)

## (31) [Priority Application Number]

Japan Patent Application Hei 10- 79263

## (32) [Priority Date]

1998 March 26\* (1998.3.26)

## (33) [Priority Country]

Japan (JP)

## (71) [Applicant]

## [Name]

Nikon Corporation (DB 69-055-0868)

## [Address]

Tokyo Chiyoda-ku Marunouchi 3-Chome second 3\*\*\*building

## (72) [Inventor]

## [Name]

\*\*Yoshio

## [Address]

Tokyo Chiyoda-ku Marunouchi 3-Chome second 3\*\*\*building Nikon Corporation (DB 69-055-0868)

(72)【発明者】

【氏名】

馬込 伸貴

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内三丁目2番3号 富士ビル  
株式会社ニコン 知的財産部内

intellectual property \*\*

(72) [Inventor]

[Name]

\*\*\*\*

[Address]

Tokyo Chiyoda-ku Marunouchi 3-Chome second  
3\*\*\*building Nikon Corporation (DB 69-055-0868)  
intellectual property \*\*

## Agents

(74)【代理人】

【弁理士】

【氏名又は名称】

大森 聡

(74) [Attorney(s) Representing All Applicants]

[Patent Attorney]

[Name]

Omori Satoshi

## Abstract

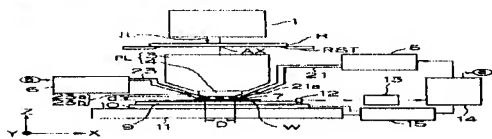
(57)【要約】

液浸法を適用して露光を行う場合に、ウエハ(W)を移動させている間も投影光学系(PL)とウエハ(W)との間に液体(7)を満たし続けることができる投影露光方法である。

投影光学系(PL)の先端部のレンズ(4)を X 方向に挟むように排出ノズル(21a)と流入ノズル(23a, 23b)とを配置する。

XY ステージ(10)によってウエハ(W)を-X 方向に移動させる際に、液体供給装置(5)より供給管(21)及び排出ノズル(21a)を介して所定の温度に調整された液体(7)をレンズ(4)とウエハ(W)表面との間を満たすように供給し、液体供給装置(6)により回収管(23)及び流入ノズル(23a, 23b)を介してウエハ(W)上から液体(7)を回収する。

ウエハ(W)の移動速度に応じて液体(7)の供給量及び回収量の調整を行う。



## Claims

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

露光ビームでマスクを照明し、前記マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する投

(57) [Abstract ]

Applying liquid immersion method , when it exposes, while moving wafer (W ), the projection optics (PL ) with it is a projection exposure method which can continue to fill up liquid (7)between wafer (W ).

In order to put between lens (4) of tip portion of projection optics (PL ) to X direction, discharge nozzle (21 a ) with influx nozzle (23 a, 23b ) is arranged.

Occasion where wafer (W ) -X is moved to direction with the X-Y stage (10), liquid supply apparatus (5) from supply hose (21) and through discharge nozzle (21 a ), the liquid (7) which was adjusted predetermined temperature is supplied in order lens (4) with to fill up between wafer (W ) surface , recovery tube (23) and through influx nozzle (23 a, 23b ), with liquid supply apparatus (6) the liquid (7) it recovers from on wafer (W ).

supply amount of liquid (7) and adjustment of recovered amount are done according to mobility of wafer (W ).

[Claim (s )]

[Claim 1 ]

In projection exposure method which illumination does mask with open light beam ,through projection optics , transfer does

影露光方法において、

前記基板を所定方向に沿って移動させる際に、前記投影光学系の前記基板側の光学素子の先端部と前記基板の表面との間を満たすように、前記基板の移動方向に沿って所定の液体を流すことを特徴とする投影露光方法。

#### 【請求項 2】

露光ビームでマスクを照明し、前記マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する投影露光装置において、

前記基板を保持して移動させる基板ステージと、前記投影光学系の前記基板側の光学素子の先端部と前記基板の表面との間を満たすように、供給用の配管を介して所定方向に沿って所定の液体を供給する液体供給装置と、前記供給用の配管と共に前記所定方向に前記露光ビームの照射領域を挟むように配置された排出用の配管を介して前記基板の表面から前記液体を回収する液体回収装置と、を有し、

前記基板ステージを駆動して前記基板を前記所定方向に沿って移動させる際に、前記液体の供給及び回収を行うことを特徴とする投影露光装置。

#### 【請求項 3】

請求の範囲

2 記載の投影露光装置であって、

前記 1 対の供給用の配管及び排出用の配管を実質的に 180° 回転した配置の第 2 の 1 対の供給用の配管、及び排出用の配管を設けたことを特徴とする投影露光装置。

#### 【請求項 4】

請求の範囲

2、又は 3 記載の投影露光装置であって、

前記投影露光装置はマスクと基板とを前記投影光学系に対して同期移動して露光を行う走査露光型であり、前記所定方向は走査露光時の前記基板の走査方向であることを特徴とする投影露光装置。

pattern of aforementioned mask on substrate ,

In order occasion where aforementioned substrate is moved alongside specified direction , to fill up between surface of tip portion and the aforementioned substrate of optical element of aforementioned substrate side of the aforementioned projection optics , projection exposure method . which designates that predetermined liquid is let flow alongside movement direction of aforementioned substrate as feature

#### [Claim 2 ]

In projection exposure apparatus which illumination does mask with open light beam , through projection optics , transfer does pattern of aforementioned mask on substrate ,

Keeping aforementioned substrate , in order to fill up between the surface of tip portion and aforementioned substrate of optical element of the aforementioned substrate side of substrate stage and aforementioned projection optics which it moves, through pipe for supply, liquid supply apparatus which supplies the predetermined liquid alongside specified direction and, In order with pipe for aforementioned supply to put between the irradiated region of aforementioned open light beam to aforementioned specified direction , through pipe for discharge which, is arranged from surface of aforementioned substrate aforementioned liquid liquid recovering equipment which recovers and, possessing,

Driving aforementioned substrate stage , occasion where it moves the aforementioned substrate alongside aforementioned specified direction , projection exposure apparatus . which designates that it supplies aforementioned liquid and it recovers as feature

#### [Claim 3 ]

Claims

With projection exposure apparatus which is stated in 2,

pipe for supply of aforementioned one pair and pipe for discharge projection exposure apparatus . which designates pipe , for supply of second one pair of arrangement which 180 deg turned substantially and that the pipe for discharge is provided as feature

#### [Claim 4 ]

Claims

With projection exposure apparatus which is stated in 2 or 3,

As for aforementioned projection exposure apparatus synchronization moving mask and the substrate vis-a-vis aforementioned projection optics , with scan exposure type which exposes, as for aforementioned specified direction projection exposure apparatus . which designates that it is a

## 【請求項 5】

## 請求の範囲

2、3、又は 4 記載の投影露光装置であって、

前記所定方向に直交する方向に、前記 1 対の供給用の配管及び排出用の配管に対応する配置で 1 対、又は互いに反転した 2 対の供給用の配管、及び排出用の配管を設けたことを特徴とする投影露光装置。

## 【請求項 6】

## 請求の範囲

2~5 の何れか一項記載の投影露光装置であって、

前記基板ステージの移動速度に応じて前記液体の供給量、及び回収量を調整する制御系を有することを特徴とする投影露光装置。

## 【請求項 7】

## 請求の範囲

2~6 の何れか一項記載の投影露光装置であって、

前記基板の表面に供給される前記液体は所定の温度に調整された純水、又はフッ素系不活性液体であることを特徴とする投影露光装置。

## 【請求項 8】

露光ビームをマスクに照射する照明系と、前記マスクのパターンの像を基板上に転写する投影光学系と、前記基板を保持して移動させる基板ステージと、前記投影光学系の前記基板側の光学素子の先端部と前記基板の表面との間を満たすように、供給用の配管を介して所定方向に沿って所定の液体を供給する液体供給装置と、前記供給用の配管と共に前記所定方向に前記露光ビームの照射領域を挟むように配置された排出用の配管を介して前記基板の表面から前記液体を回収する液体回収装置とを所定の位置関係で組み上げることとを特徴とする投影露光装置の製造方法。

scan direction of aforementioned substrate at time of scan exposure as feature

## [Claim 5]

## Claims

With projection exposure apparatus which is stated in 2, 3 or 4,

In direction which crosses in aforementioned specified direction, with the pipe for supply of aforementioned one pair and arrangement which corresponds to pipe for discharge one pair, or mutually inverting projection aligner, which designates pipe, for supply of 2 pairs which are done and that pipe for discharge is provided as feature

## [Claim 6]

## Claims

Either 2 - 5 with projection exposure apparatus which is stated in one section,

projection exposure leaving which designates that it possesses supply amount, of aforementioned liquid and control system which adjusts recovered amount according to mobility of aforementioned substrate stage as feature.

## [Claim 7]

## Claims

Either 2 - 6 with projection exposure apparatus which is stated in one section,

As for aforementioned liquid which is supplied to surface of the aforementioned substrate projection exposure apparatus, which designates that it is a pure water, or a fluorine type inert liquid which was adjusted predetermined temperature as feature

## [Claim 8]

Image of pattern of illumination system and aforementioned mask which irradiate open light beam to mask keeping projection optics and the aforementioned substrate which transfer are done on substrate, way it fills up between surface of tip portion and aforementioned substrate of optical element of aforementioned substrate side of substrate stage and the aforementioned projection optics which it moves, Through pipe for supply, liquid supply apparatus which supplies predetermined liquid alongside specified direction and, In order with pipe for aforementioned supply to put between the irradiated region of aforementioned open light beam to aforementioned specified direction, through pipe for discharge which, is arranged from surface of aforementioned substrate aforementioned liquid manufacturing method, of the projection exposure apparatus which designates that to unite liquid recovering equipment which recovers with the

## 【請求項 9】

## 請求の範囲

1 記載の投影露光方法を用いたデバイスの製造方法であって、露光ビームでマスクを照明し、前記マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光工程を含み、該露光工程において、前記基板を所定方向に沿って移動させる際に、前記投影光学系の前記基板側の光学素子の先端部と前記基板の表面との間を満たすように、前記基板の移動方向に沿って所定の液体を流すことを特徴とするデバイスの製造方法。

## 【請求項 10】

露光ビームでマスクを照明し、投影光学系を介して前記露光ビームで基板を露光する投影露光方法において、

前記投影光学系と前記基板との間を満たすように液体を流すとともに、前記基板の移動方向に応じて前記液体を流す方向を変化させることを特徴とする投影露光方法。

## 【請求項 11】

## 請求の範囲

10 記載の投影露光方法であって、

前記液体の供給速度を前記基板の移動方向の第 1 成分と、該移動方向に直交する第 2 成分とに分けたとき、前記第 1 成分が前記基板の移動方向と逆方向のときは所定の許容値以下の大きさとなるように前記液体を流すことを特徴とする投影露光方法。

## 【請求項 12】

## 請求の範囲

10 記載の投影露光方法であって、

前記基板の移動方向にほぼ沿って同じ向きに前記液体を流すことを特徴とする投影露光方法。

## 【請求項 13】

specified positional relationship as feature

[Claim 9 ]

## Claims

With manufacturing method of device which uses projection exposure method which is stated in 1, illumination to do mask with open light beam , pattern of the aforementioned mask through projection optics , including exposure step which the transfer is done on substrate , In said exposure step , in order occasion where aforementioned substrate is moved alongside specified direction , to fill up between surface of tip portion and aforementioned substrate of optical element of aforementioned substrate side of aforementioned projection optics , manufacturing method . of device which designates that predetermined liquid is let flow alongside movement direction of aforementioned substrate as feature

[Claim 10 ]

In projection exposure method which illumination does mask with open light beam , through projection optics , exposes substrate with aforementioned open light beam ,

In order to fill up between aforementioned projection optics and the aforementioned substrate , as liquid is let flow , direction which lets flow aforementioned liquid according to movement direction of the aforementioned substrate projection exposure method . which designates that it changes as feature

[Claim 11 ]

## Claims

With projection exposure method which is stated in 10,

When supply rate of aforementioned liquid into first component of movement direction of aforementioned substrate and second component which crosses in said movement direction dividing , when aforementioned first component is movement direction and reverse direction of aforementioned substrate , in order to become size below the predetermined allowable value , projection exposure method . which designates that aforementioned liquid is let flow as feature

[Claim 12 ]

## Claims

With projection exposure method which is stated in 10,

Paralleling to movement direction of aforementioned substrate almost , projection exposure method . which designates that it lets flow aforementioned liquid to the same direction as feature

[Claim 13 ]

## 請求の範囲

12 記載の投影露光方法であって、

前記基板はステップ・アンド・リピート方式又はステップ・アンド・スキャン方式で露光され、前記基板のステッピング方向にほぼ沿って前記液体を流すことを特徴とする投影露光方法。

## 【請求項 14】

## 請求の範囲

12 又は 13 記載の投影露光方法であって、

前記露光ビームに対して前記マスクと前記基板とをそれぞれ相対移動して、前記露光ビームで前記基板を走査露光するとともに、前記走査露光中、前記基板の走査方向にほぼ沿って前記液体を流すことを特徴とする投影露光方法。

## 【請求項 15】

## 請求の範囲

10~14 の何れか一項記載の投影露光方法であって、

前記基板の移動速度に応じて前記液体の流量を調整することを特徴とする投影露光方法。

## 【請求項 16】

## 請求の範囲

10~15 の何れか一項記載の投影露光方法を用いて、デバイスパターンを基板上に転写する工程を有するリソグラフィ工程を含むことを特徴とするデバイスの製造方法。

## 【請求項 17】

露光ビームでマスクを照明し、投影光学系を介して前記露光ビームで基板上に転写する投影露光装置において、

前記投影光学系と前記基板との間を満たすように液体を流すとともに、前記基板の移動方向に応じて前記液体を流す方向を変化させる液体供給装置を備えたことを特徴とする投影露光方法。

## 【請求項 18】

## Claims

With projection exposure method which is stated in 12,

projection exposure method . which designates that aforementioned substrate is exposed with step \*and \*repeat system , or step \*and \*scanning system parallels to stepping direction of the aforementioned substrate almost and lets flow aforementioned liquid as feature

## [Claim 14 ]

## Claims

With projection exposure method which is stated in 12 or 13,

relative positioning doing aforementioned mask and aforementioned substrate respectively vis-a-vis aforementioned open light beam , as it scans exposes aforementioned substrate with aforementioned open light beam , during aforementioned scan exposing, almost paralleling to scan direction of aforementioned substrate , projection exposure method . which designates that it lets flow aforementioned liquid as feature

## [Claim 15 ]

## Claims

Either 10 - 14 with projection exposure method which is stated in one section,

projection exposure method . which designates that flow of aforementioned liquid is adjusted according to mobility of aforementioned substrate as feature

## [Claim 16 ]

## Claims

Either 10 - 15 making use of projection exposure method which is stated in one section, device pattern on substrate transfer manufacturing method . of device which designates that lithography step which possesses step which is done is included as feature

## [Claim 17 ]

illumination to do mask with open light beam , through projection optics , with aforementioned open light beam in projection exposure apparatus which transfer is done on substrate ,

In order to fill up between aforementioned projection optics and the aforementioned substrate , as liquid is let flow, direction which lets flow aforementioned liquid according to movement direction of the aforementioned substrate projection exposure method . which designates that it has liquid supply apparatus which changes as feature

## [Claim 18 ]



## 請求の範囲

17 記載の投影露光装置であって、

前記液体の供給速度を前記基板の移動方向の第 1 成分と該移動方向に直交する第 2 成分とに分けたとき、前記液体供給装置は、前記第 1 成分が前記基板の移動方向と逆方向であるときは所定の許容値以下の大きさとなるように前記液体を流すことを特徴とする投影露光装置。

## 【請求項 19】

## 請求の範囲

18 記載の投影露光装置であって、

前記基板はステップ・アンド・リピート方式又はステップ・アンド・スキャン方式で露光され、前記液体供給装置は、前記基板のステッピング方向にほぼ沿って前記液体を流すことを特徴とする投影露光装置。

## 【請求項 20】

## 請求の範囲

17~19 の何れか一項記載の投影露光装置であって、

前記露光ビームに対して前記マスクと前記基板とをそれぞれ相対移動するステージ・システムを更に備え、前記液体供給装置は、前記基板の走査露光中、前記基板の移動方向にほぼ沿って前記液体を流すことを特徴とする投影露光装置。

## 【請求項 21】

## 請求の範囲

17~20 の何れか一項記載の投影露光装置であって、

前記投影光学系と前記基板との間に供給された液体を回収する液体回収装置を更に備えることを特徴とする投影露光装置。

## 【請求項 22】

## 請求の範囲

21 記載の投影露光装置であって、

## Claims

With projection exposure apparatus which is stated in 17,

When supply rate of aforementioned liquid into first component of movement direction of aforementioned substrate and second component which crosses in said movement direction dividing, as for aforementioned liquid supply apparatus, when aforementioned first component is movement direction and reverse direction of aforementioned substrate, in order to become size below predetermined allowable value, projection exposure apparatus, which designates that aforementioned liquid is let flow as feature

## [Claim 19]

## Claims

With projection exposure apparatus which is stated in 18,

projection exposure apparatus, which designates that aforementioned substrate is exposed with step \*and \*repeat system, or step \*and \*scanning system as for aforementioned liquid supply apparatus, almost paralleling to stepping direction of aforementioned substrate, let flow aforementioned liquid as feature

## [Claim 20]

## Claims

Either 17 - 19 with projection exposure apparatus which is stated in one section,

projection exposure apparatus, which designates that furthermore it has aforementioned mask and stage \*system which relative positioning does aforementioned substrate respectively vis-a-vis aforementioned open light beam, as for the aforementioned liquid supply apparatus, during scan exposing of aforementioned substrate, almost paralleling to movement direction of aforementioned substrate, let flow aforementioned liquid as feature

## [Claim 21]

## Claims

Either 17 - 20 with projection exposure apparatus which is stated in one section,

Aforementioned projection optics and liquid which is supplied between the aforementioned substrate projection exposure apparatus, which designates that furthermore it has liquid recovering equipment which recovers as feature

## [Claim 22]

## Claims

With projection exposure apparatus which is stated in 21,

前記液体供給装置の供給口と前記液体回収装置の回収口とは前記露光ビームの照射領域を挟んで配置されることを特徴とする投影露光装置。

## Specification

### 【発明の詳細な説明】

#### 技術分野

本発明は、例えば、半導体素子、撮像素子(CCD等)、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等のデバイスを製造するためのリソグラフィ工程でマスクパターンを感光性の基板上に転写するために用いられる投影露光方法、及び装置に関し、更に詳しくは液浸法を用いた投影露光方法及び装置に関する。

#### 背景技術

半導体素子等を製造する際に、マスクとしてのレチクルのパターンの像を投影光学系を介して、感光性の基板としてのレジストが塗布されたウエハ(又はガラスプレート等)上の各ショット領域に転写する投影露光装置が使用されている。

従来は投影露光装置として、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型の露光装置(ステッパ)が多用されていたが、最近ではレチクルとウエハとを同期走査して露光を行うステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置も注目されている。

投影露光装置に備えられている投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が多いほど高くなる。

そのため、集積回路の微細化に伴い投影露光装置で使用する露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大してきている。

そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。

また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。

解像度  $R$ 、及び焦点深度  $\delta$  はそれぞれ以下の式で表される。

$R = k_1 \cdot$	$\lambda / NA$	(1)
-----------------	----------------	-----

supply port of aforementioned liquid supply apparatus and recovery opening of the aforementioned liquid recovering equipment putting between irradiated region of aforementioned open light beam, projection exposure apparatus, which designates that it is arranged as feature

### [Description of the Invention]

#### technical field

As for this invention, for example semiconductor element, image pickup element (CCD array etc), with lithography step in order to produce the liquid crystal display element, or thin film magnetic head or other device it regards projection exposure method, and device which are used in order on substrate of photosensitive transfer to do mask pattern, furthermore details regard projection exposure method and device which use the liquid immersion method.

#### background technology

When producing semiconductor element etc, resist through projection optics, with the image of pattern of reticle as mask as substrate of photosensitive projection exposure apparatus which transfer is done is used for each shot region on wafer (Or glass plate etc) which application is done.

Until recently, exposure apparatus (stepper) of reduced projection type of step \*and \*repeat system was used as projection exposure apparatus, but recently synchronization scanning reticle and wafer, also projection exposure apparatus of step \*and \*scanning system which exposes is observed.

resolution of projection optics which is prepared for projection exposure apparatus when extent where exposure wavelength which is used becomes short, in addition number of openings of projection optics is large becomes high.

Because of that, exposure wavelength which is used with projection exposure apparatus attendant upon narrowing of integrated circuit has done trend to short wavelengths yearly, has increased also number of openings of projection optics.

And, presently exposure wavelength of mainstream is 248 nm of KrF excimer laser, but furthermore as much as 193 nm of ArF excimer laser of short wavelength are being utilized.

In addition, case where it exposes, becomes in same way also focus depth (DOF) important as resolution.

resolution  $R$ , and focus depth  $\delta$  are displayed with formula below each one.

$R=k1*$	; $la/NA$		(1)
$\delta = k2 \cdot$	$\lambda$	NA2	(2)
;	$de = k2*$	NA2	(2)

数である。

It is a number.

(1)式、(2)式より、解像度  $R$  を高めるために、露光波長  $\lambda$  を短くして、開口数  $NA$  を大きくすると、焦点深度  $\delta$  が狭くなることが分かる。

Formula (1), Formula (2) from, in order to raise resolution  $R$ , making exposure wavelength ; $la$  short, when it enlarges number of openings  $NA$ , it understands that focus depth ; $de$  becomes narrow.

従来より投影露光装置では、オートフォーカス方式でウエハの表面を投影光学系の像面に合わせ込んで露光を行っているが、そのためには焦点深度  $\delta$  はある程度広いことが望ましい。

From until recently, with projection exposure apparatus , it adjusts surface of wafer to image plane of projection optics with autofocus system and is packed and exposes, but for that focus depth ; $de$  certain extent wide thing is desirable.

そこで、従来も位相シフトレチクル法、変形照明法、多層レジスト法など、実質的に焦点深度を広くする提案がなされている。

Then, until recently phase shifting reticle method, deformation illumination method and the multilayer resist method etc, proposition which makes focus depth wide substantially has done.

上記の如く従来の投影露光装置では、露光光の短波長化、及び投影光学系の開口数の増大によって、焦点深度が狭くなってきている。

As though it is a description above, with conventional projection exposure apparatus , with trend to short wavelengths , of exposure light and increase of number of openings of projection optics , focus depth has become narrow.

そして、半導体集積回路の一層の高集積化に対応するために、露光波長の更なる短波長も研究されており、このままでは焦点深度が狭くなり過ぎて、露光動作時のマージンが不足する恐れがある。

And, because it corresponds to more trend to high integration of semiconductor integrated circuitry , also the further short wavelength of exposure wavelength is researched, with this way focus depth becomes too narrow, there is a possibility margin at time of exposure operation becoming insufficient.

そこで、実質的に露光波長を短くして、かつ焦点深度を広くする方法として、液浸法が提案されている。

Then, making exposure wavelength short substantially, liquid immersion method is proposed as method which at same time makes focus depth wide.

これは、投影光学系の下面とウエハ表面との間を水、又は有機溶媒等の液体で満たし、液体中の露光光の波長が、空気中の  $1/n$  倍 ( $n$  は液体の屈折率で通常 1.2~1.6 程度) になることを利用して解像度を向上すると共に、焦点深度を約  $n$  倍に拡大するというものである。

As lower face of projection optics and between wafer surface it fills up this, with water or organic solvent or other liquid , wavelength of exposure light in liquid , resolution improves making use of fact that it becomes  $1/n$  times ( $n$  usually with refractive index of liquid 1.2 - 1.6) in the air , it is something which expands focus depth to approximately  $n$  times .

この液浸法を、ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置に単に適用するものとする、1つのショット領域の露光を終了した後、次のショット領域にウエハをステップ移動する際に、投影光学系とウエハとの間から液体が出てしまうため、再び液体を供給しなければならず、また、液体の回収も困難になるという不都合がある。

When this liquid immersion method , we apply to projection exposure apparatus of step \*and \*repeat system simply, after ending exposure of shot region of one , when step moving wafer in following shot region , because liquid comes out of between projection optics and wafer , Again you must become to supply liquid , in addition, there is a undesirable that also recovery of liquid becomes difficult.

また、液浸法を仮にステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に適用する場合、ウエハを移動させながら露光を行うため、ウエハを移動

In addition, when liquid immersion method is applied to projection exposure apparatus of step \*and \*scanning system temporarily, while moving wafer , in order to expose, while

させている間も投影光学系とウエハとの間には液体が満たされている必要がある。

本発明は斯かる点に鑑み、液浸法を適用した場合に、投影光学系とウエハとが相対移動しても、投影光学系とウエハとの間に液体を安定に満たしておくことができる投影露光方法を提供することを目的とする。

また、本発明はそのような投影露光方法を実施できる投影露光装置、この投影露光装置の効率的な製造方法、及びそのような投影露光方法を用いた高機能のデバイスの製造方法を提供することをも目的とする。

#### 発明の開示

本発明による第1の投影露光方法は、露光ビームでマスク(R)を照明し、そのマスク(R)のパターンを投影光学系(PL)を介して基板(W)上に転写する投影露光方法において、その基板(W)を所定方向に沿って移動させる際に、その投影光学系(PL)のその基板(W)側の光学素子(4)の先端部とその基板(W)の表面との間を満たすように、その基板(W)の移動方向に沿って所定の液体(7)を流すようにしたものである。

斯かる本発明の第1の投影露光方法によれば、液浸法が適用されて、投影光学系(PL)の先端部と基板(W)との間がその液体で満たされるため、基板表面における露光光の波長を空気中における波長の  $1/n$  倍( $n$  は液体の屈折率)に短波長化でき、更に焦点深度は空気中に比べて約  $n$  倍に広がる。

また、その基板を所定方向に沿って移動させる際に、その基板の移動方向に沿ってその液体を流すため、基板を移動させる際にも、その投影光学系の先端部とその基板の表面との間はその液体により満たされる。

また、その基板上に異物が付着している場合には、その基板上に付着している異物をその液体で流し去ることができる。

次に、本発明による第1の投影露光装置は、露光ビームでマスク(R)を照明し、そのマスク(R)のパターンを投影光学系(PL)を介して基板(W)上に転写する投影露光装置において、その基板(W)を保持して移動させる基板ステージ(9,10)と、その投影光学系(PL)のその基板(W)側の光学素子(4)の先端部とその基板(W)の表面との間を満たすように、供給用の配管(21a)を介して所定方向に沿って所定の液体(7)を供給する液

moving wafer, it is necessary for liquid to be filled up between the projection optics and wafer.

You consider this invention to such point, when liquid immersion method is applied, projection optics and wafer doing relative positioning, you designate that projection exposure method which between projection optical system and wafer can fill up liquid instability is offered as objective.

In addition, this invention designates also that efficient manufacturing method, of projection exposure apparatus, this projection exposure apparatus which can execute kind of projection exposure method and manufacturing method of device of the high functionality which uses its kind of projection exposure method are offered as objective.

#### Disclosure of Invention

In projection exposure method which with this invention mask (R) illumination does the first projection exposure method, with open light beam, through projection optics (PL), transfer does the pattern of mask (R) on substrate (W), substrate (W) is moved alongside specified direction occasion where, In order to fill up between surface of tip portion and substrate (W) of optical element (4) of substrate (W) side of projection optics (PL), it is something which it tries to let flow predetermined liquid (7) alongside movement direction of the substrate (W).

According to first projection exposure method of such this invention, liquid immersion method being applied, because distal end of projection optics (PL) and between substrate (W) are filled up with liquid, trend to short wavelengths it is possible in  $1/n$  times (As for  $n$  refractive index of liquid) of the wavelength, in wavelength of exposure light in substrate surface in air furthermore focus depth it spreads to approximately  $n$  times in comparison with in the air.

In addition, in order to occasion where substrate is moved alongside specified direction, to let flow liquid alongside movement direction of the substrate, tip portion of projection optics and between surface of substrate are filled up even occasion where substrate is moved by liquid.

In addition, when foreign matter has deposited on substrate, sink it can go away from foreign matter which on substrate has deposited with the liquid.

Keeping substrate (W) in projection exposure apparatus which next, with this invention mask (R) illumination does first projection exposure apparatus, with open light beam, through projection optics (PL), transfer does pattern of mask (R) on substrate (W), the substrate stage which it moves (9 and 10) with, In order to fill up between surface of tip portion and substrate (W) of optical element (4) of substrate (W) side of projection optics (PL), through pipe (21a) for supply, liquid supply apparatus which supplies predetermined liquid

体供給装置(5)と、その供給用の配管(21a)と共にその所定方向にその露光ビームの照射領域を挟むように配置された排出用の配管(23a,23b)を介してその基板(W)の表面からその液体(7)を回収する液体回収装置(6)とを有し、その基板ステージ(9,10)を駆動してその基板(W)をその所定方向に沿って移動させる際に、その液体(7)の供給及び回収を行うものである。

斯かる本発明の第 1 の投影露光装置によれば、それらの配管を用いることによって本発明の第 1 の投影露光方法を実施することができる。

また、その 1 対の供給用の配管(21a)及び排出用の配管(23a,23b)を実質的に 180° 回転した配置の第 2 の 1 対の供給用の配管(22a)、及び排出用の配管(24a,24b)を設けることが望ましい。

この場合、基板(W)をその所定の方向と反対の方向に移動する際には、後者の 1 対の配管を用いることで、その投影光学系(PL)の先端部とその基板(W)の表面との間をその液体(7)により安定に満たし続けることができる。

また、その投影露光装置はマスク(R)と基板(W)とをその投影光学系(PL)に対して同期移動して露光を行う走査露光型である場合、その所定方向は走査露光時のその基板(W)の走査方向であることが望ましい。

この場合、走査露光中も継続してその投影光学系(PL)のその基板(W)側の光学素子(4)の先端部とその基板(W)の表面との間をその液体(7)により満たし続けることができ、高精度かつ安定に露光を行うことができる。

また、その所定方向に直交する方向に、その 1 対の供給用の配管(21a)及び排出用の配管(23a,23b)に対応する配置で 1 対、又は 2 対の供給用の配管(27a)、及び排出用の配管(29a,29b)を設けることが望ましい。

この場合、基板(W)をその所定の方向に直交する方向にステップ移動させる際にも、その投影光学系(PL)の先端部とその基板(W)の表面との間をその液体(7)により満たし続けることができる。

また、その基板ステージの移動速度に応じてその液体(7)の供給量、及び回収量を調整する制御系(14)を有することが望ましい。

即ち、例えばその移動速度が速いときにはその供給量を増加させて、その移動速度が遅いときにはその供給量を少なくすることで、その液体を

(7) alongside the specified direction (5) with, In order with pipe (21 a ) for supply to put between irradiated region of open light beam to specified direction , through pipe (23 a, 23b ) for discharge which, is arranged occasion where liquid (7) it possesses the liquid recovering equipment (6) which recovers from surface of substrate (W ), drives the substrate stage (9 and 10) and it moves substrate (W ) alongside specified direction , It is something which supplies liquid (7) and recovers.

According to first projection exposure apparatus of such this invention , first projection exposure method of this invention can be executed by fact that those pipe are used.

In addition, pipe for supply of one pair (21 a ) and pipe (23 a, 23b ) for discharge pipe for supply of second one pair of arrangement which 180 deg turned substantially (22 a ), and it is desirable to provide the pipe (24 a, 24b ) for discharge.

In case of this , when substrate (W ) moving to direction which is opposite to predetermined direction, by fact that pipe of the one pair of the latter is used, it is possible to continue to fill up the tip portion of projection optics (PL ) and between surface of substrate (W ) instability with liquid (7).

In addition, as for projection exposure apparatus mask (R ) with synchronization moving the substrate (W ) vis-a-vis projection optics (PL ), when it is a scan exposure type which exposes, as for specified direction it is desirable to be a scan direction of substrate (W ) at time of scan exposure.

In case of this , continuing also during scan exposing, it is possible, to continue to fill up tip portion of optical element (4) of the substrate (W ) side of projection optics (PL ) and between surface of substrate (W ) with liquid (7), it is possible to expose in high precision and stability.

In addition, in direction which crosses in specified direction , pipe for supply of one pair (21 a ) and one pair , or pipe for supply of 2 pairs (27 a ), and it is desirable with arrangement which corresponds to pipe (23 a, 23b ) for discharge to provide pipe (29 a, 29b ) for discharge.

In case of this , to continue to fill up tip portion of projection optics (PL ) and between surface of substrate (W ) with liquid (7) it is possible substrate (W ) even occasion where step it moves to the direction which crosses in predetermined direction.

In addition, it is desirable to possess supply amount , of liquid (7) and control system (14) which adjusts recovered amount according to mobility of the substrate stage .

Namely, when mobility of for example is fast, supply amount increasing, when mobility is slow, by fact that it decreases supply amount , to fill up uniformly in tip portion of projection

無駄なくその投影光学系(PL)の先端部とその基板(W)の表面との間に一定に満たしておくことができる。

また、その基板(W)の表面に供給されるその液体(7)は、一例として所定の温度に調整された純水、又はフッ素系不活性液体である。

この場合、純水は例えば半導体製造工場ではその入手が容易であり、環境的にも問題がない。

また、その液体(7)が温度調整されているため、基板表面の温度調整を行うことができ、露光中に生じる熱による基板(W)の熱膨張を防ぐことができる。

その液体は露光ビームに対する透過率が高い方が望ましいのは当然であるが、透過率が低い場合でも、投影光学系の作動距離は短いため、露光ビームの吸収量は極めて少ない。

次に、本発明による投影露光装置の製造方法は、露光ビームをマスク(R)に照射する照明系(1)と、そのマスクの 패턴の像を基板(W)上に転写する投影光学系(PL)と、その基板(W)を保持して移動させる基板ステージ(9,10)と、その投影光学系(PL)のその基板(W)側の光学素子(4)の先端部とその基板(W)の表面との間を満たすように、供給用の配管(21a)を介して所定方向に沿って所定の液体(7)を供給する液体供給装置(5)と、その供給用の配管(21a)と共にその所定方向にその露光ビームの照射領域(4)を挟むように配置された排出用の配管(23a,23b)を介してその基板(W)の表面からその液体(7)を回収する液体回収装置(6)とを所定の位置関係で組み上げて投影露光装置を製造するものである。

また、本発明による第1のデバイスの製造方法は、本発明の第1の投影露光方法を用いたデバイスの製造方法であって、露光ビームでマスク(R)を照明し、そのマスク(R)の图案を投影光学系(PL)を介してそのデバイス用の基板(W)上に転写する露光工程を含み、この露光工程において基板(W)を所定方向に沿って移動させる際に、その投影光学系(PL)のその基板(W)側の光学素子(4)の先端部とその基板(W)の表面との間を満たすように、その基板(W)の移動方向に沿って所定の液体(7)を流すようにしたものであり、液浸法が適用されて、高性能のデバイスを製造することができる。

optics (PL ) and between surface of substrate (W ) without wastefulness it is possible liquid .

In addition, liquid (7) which is supplied to surface of substrate (W ) is pure water , or fluorine type inert liquid which was adjusted predetermined temperature as the one example .

In case of this , as for pure water with for example semiconductor manufacturing plant with readily available ,there is not a problem even in environmental .

In addition, because liquid (7) temperature regulation it is done, it is possible, to do temperature regulation of substrate surface , while exposing it is possible to prevent thermal expansion of substrate (W ) at heat which it occurs.

As for liquid as for one where transmittance for open light beam is high being desirable it is proper, but, as for operation distance of projection optics because it is short, absorbed amount of open light beam quite a little even with when transmittance is low.

Next, with this invention as for manufacturing method of projection exposure apparatus , illumination system which irradiates open light beam to mask (R ) (1) with, image of the pattern of mask projection optics which transfer is done (PL ) with, keeping substrate (W ) on substrate (W ), substrate stage which it moves (9 and 10) with, In order to fill up between surface of tip portion and substrate (W ) of optical element (4) of substrate (W ) side of projection optics (PL ), through pipe (21 a ) for supply, liquid supply apparatus which supplies predetermined liquid (7) alongside the specified direction (5) with, In order with pipe (21 a ) for supply to put between irradiated region (4) of open light beam to specified direction , through pipe (23 a, 23b ) for discharge which, is arranged from surface of substrate (W ) liquid (7) to unite liquid recovering equipment (6) which recovers with specified positional relationship , it is something which produces projection exposure apparatus .

In addition, with this invention with manufacturing method of device which uses the first projection exposure method of this invention , mask (R ) illumination to do manufacturing method of the first device , with open light beam , pattern of mask (R ) through the projection optics (PL ), including exposure step which transfer is done on substrate (W ) of device use , In this exposure step substrate (W ) is moved alongside specified direction in order the occasion where, to fill up between surface of tip portion and the substrate (W ) of optical element (4) of substrate (W ) side of projection optics (PL ), being something which it tries to let flow predetermined liquid (7) alongside movement direction of substrate (W ), liquid immersion method being applied, it can produce device of high functionality .

次に、本発明による第 2 の投影露光方法は、露光ビームでマスク(R)を照明し、投影光学系(PL)を介してその露光ビームで基板(W)を露光する投影露光方法において、その投影光学系とその基板との間を満たすように液体(7)を流すとともに、その基板の移動方向に応じてその液体を流す方向を変化させるものである。

斯かる本発明の第 2 の投影露光方法によれば、液浸法が適用されて、投影光学系(PL)と基板(W)との間がその液体で満たされるため、基板表面における露光光の波長を空气中における波長の  $1/n$  倍( $n$  は液体の屈折率)に短波長化でき、更に焦点深度は空气中に比べて約  $n$  倍に広がる。

また、その基板の移動方向に応じてその液体を流す方向を変化させることにより、その基板の移動方向が頻繁に変化する場合であっても、その投影光学系とその基板との間にその液体を満たしておくことができる。

また、その液体(7)の供給速度をその基板の移動方向の第 1 成分と、その移動方向に直交する第 2 成分とに分けたとき、その第 1 成分がその基板(W)の移動方向と逆向きのときは所定の許容値以下の大きさとなるようにその液体(7)を流すことが望ましい。

これによって、その基板(W)の移動方向と逆向きの液体の速度成分が小さくなるため、液体を円滑に供給できる。

また、その基板(W)の移動方向にほぼ沿って同じ向きにその液体(7)を流すことがより望ましい。

また、その基板(W)がステップ・アンド・リピート方式又はステップ・アンド・スキャン方式で露光される場合には、その基板(W)のステッピング方向にほぼ沿ってその液体(7)を流すことが望ましい。

また、その露光ビームに対してそのマスク(R)とその基板(W)とをそれぞれ相対移動して、その露光ビームでその基板を走査露光するとともに、その走査露光中、その基板の走査方向にほぼ沿ってその液体(7)を流すことが望ましい。

また、その基板(W)の移動速度に応じてその液体(7)の流量を調整することが望ましい。

次に、本発明による第 2 のデバイスの製造方法は、本発明の第 2 の投影露光方法を用いて、デ

As next, with this invention mask (R ) illumination it does second projection exposure method , with open light beam , through projection optics (PL ) , in order to fill up between the projection optics and substrate in projection exposure method which exposes substrate (W ) with the open light beam , it lets flow liquid (7), direction which lets flow liquid according to movement direction of substrate it is something which changes.

According to second projection exposure method of such this invention , liquid immersion method being applied, because projection optics (PL ) with between of substrate (W ) is filled up with liquid , trend to short wavelengths it is possible in  $1/n$  times (As for  $n$  refractive index of liquid ) of wavelength , in wavelength of exposure light in substrate surface in air furthermore focus depth it spreads to approximately  $n$  times in comparison with in air .

In addition, to fill up liquid between projection optics and substrate it is possible direction which lets flow liquid according to the movement direction of substrate even with when movement direction of substrate changes in frequent by changing.

In addition, when supply rate of liquid (7) into first component of the movement direction of substrate and second component which crosses in movement direction dividing, when first component is movement direction and reverse direction of substrate (W ) , in order to become size below predetermined allowable value , it is desirable to let flow the liquid (7).

Now, because movement direction of substrate (W ) and velocity component of liquid of reverse direction become small, liquid can be supplied smoothly.

In addition, almost paralleling to movement direction of substrate (W ) , it is more desirable to let flow liquid (7) to same direction.

In addition, when substrate (W ) is exposed with step \*and \*repeat system or step \*and \*scanning system , almost paralleling to stepping direction of substrate (W ) , it is desirable to let flow liquid (7).

In addition, mask (R ) with relative positioning doing substrate (W ) respectively vis-a-vis open light beam , as it scans exposes substrate with open light beam , during scan exposing, almost paralleling to scan direction of substrate , it is desirable to let flow liquid (7).

In addition, it is desirable to adjust flow of liquid (7) according to mobility of substrate (W ) .

Next, manufacturing method of second device device pattern being something which includes lithography step which



バイスパターンを基板(W)上に転写する工程を有するリソグラフィ工程を含むものであり、液浸法が適用されて、高機能のデバイスを製造することができる。

次に、本発明による第 2 の投影露光装置は、露光ビームでマスク(R)を照明し、投影光学系(PL)を介してその露光ビームで基板(W)上に露光する投影露光装置において、その投影光学系とその基板との間を満たすように液体(7)を流すとともに、その基板の移動方向に応じてその液体を流す方向を変化させる液体供給装置(5)を備えたものである。

斯かる本発明の第 2 の投影露光装置によれば、本発明の第 2 の投影露光方法を実施することができる、その基板の移動方向が頻繁に変化する場合であっても、その投影光学系とその基板との間にその液体を満たしておくことができる。

また、その露光ビームに対してそのマスク(R)とその基板(W)とをそれぞれ相対移動するステージ・システム(RST,9~11)を更に備え、その液体供給装置(5)は、その基板の走査露光中、その基板の移動方向にほぼ沿ってその液体(7)を流すことが望ましい。

また、その投影光学系(PL)とその基板(W)との間に供給された液体(7)を回収する液体回収装置(6)を更に備えることが望ましい。

また、その液体供給装置(5)の供給口(21a)とその液体回収装置(6)の回収口(23a,23b)とはその露光ビームの照射領域を挟んで配置されることが望ましい。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の好適な実施の形態の一例につき図 1~図 4 を参照して説明する。

本例は本発明をステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置で露光を行う場合に適用したものである。

図 1 は本例の投影露光装置の概略構成を示し、この図 1 において、露光光源としての KrF エキシマレーザ光源、オブティカル・インテグレータ(ホモジナイザー)、視野絞り、コンデンサレンズ等を含む照明光学系 1 から射出された波長 248nm の紫外パルス光よりなる露光光 IL は、レチクル R に設けられたパターンを照明する。

レチクル R のパターンは、両側(又はウエハ W 側に片側)テレセントリックな投影光学系 PL を介

possesses step which transfer is done on the substrate (W) making use of second projection exposure method of this invention, liquid immersion method being applied, can produce device of high functionality with this invention.

As next, with this invention mask (R) illumination it does second projection exposure apparatus, with open light beam, through projection optics (PL), in order to fill up between the projection optics and substrate in projection exposure apparatus which with open light beam is exposed on substrate (W), it lets flow liquid (7), Direction which lets flow liquid according to movement direction of the substrate it is something which has liquid supply apparatus (5) which changes.

According to second projection exposure apparatus of such this invention, it is possible, to execute second projection exposure method of this invention, it is possible even with when movement direction of the substrate changes in frequent to fill up liquid between projection optics and substrate.

In addition, mask (R) with furthermore it has stage \*system (RST, 9~11) which relative positioning does substrate (W) respectively vis-a-vis open light beam, as for liquid supply apparatus (5), during scan exposing of substrate, almost paralleling to movement direction of substrate, it is desirable to let flow the liquid (7).

In addition, projection optics (PL) with liquid (7) which is supplied between substrate (W) it is desirable furthermore to have liquid recovering equipment (6) which recovers.

In addition, supply port of liquid supply apparatus (5) (21 a) with recovery opening of liquid recovering equipment (6) (23 a, 23 b) with putting between irradiated region of open light beam, it is desirable to be arranged.

preferred embodiment in order to execute invention

Referring to Figure 1 ~Figure 4 below, concerning one example of preferred embodiment of the this invention, you explain.

this example is something which when it exposes with projection exposure apparatus of the step \*and \*repeat system, applies this invention.

Figure 1 shows conceptual configuration of projection exposure apparatus of this example, KrF excimer laser light source, optical \*integrator in the this Figure 1, as exposure light source (homogenizer), from illuminating optical system 1 which includes field of view drawing, condenser lens etc exposure light IL which consists of ultraviolet pulsed light of wavelength 248nm which injection is done, pattern which is provided in reticle R illumination does.

As for pattern of reticle R, both sides (Or on wafer W side one side) telecentric through projection optics PL, with



して所定の投影倍率 $\beta$  ( $\beta$ は例えば 1/4, 1/5 等)でフォトリソが塗布されたウエハ W 上の露光領域に縮小投影される。

なお、露光光 $\Pi$ としては、ArFエキシマレーザー光(波長 193nm)、F<sub>2</sub>レーザー光(波長 157nm)や水銀ランプの i 線(波長 365nm)等を使用してもよい。

以下、投影光学系 PL の光軸 AX に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内で図 1 の紙面に垂直に Y 軸を取り、図 1 の紙面に平行に X 軸を取って説明する。

レチクル R はレチクルステージ RST 上に保持され、レチクルステージ RST には X 方向、Y 方向、回転方向にレチクル R を微動する機構が組み込まれている。

レチクルステージ RST の 2 次元的位置、及び回転角はレーザー干渉計(不図示)によってリアルタイムに計測され、この計測値に基づいて主制御系 14 がレチクル R の位置決めを行う。

一方、ウエハ W はウエハホルダ(不図示)を介してウエハ W のフォーカス位置(Z 方向の位置)及び傾斜角を制御する Z ステージ 9 上に固定されている。

Z ステージ 9 は投影光学系 PL の像面と実質的に平行な XY 平面に沿って移動する XY ステージ 10 上に固定され、XY ステージ 10 はベース 11 上に載置されている。

Z ステージ 9 は、ウエハ W のフォーカス位置(Z 方向の位置)、及び傾斜角を制御してウエハ W 上の表面をオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系 PL の像面に合わせ込み、XY ステージ 10 はウエハ W の X 方向、及び Y 方向の位置決めを行う。

Z ステージ 9(ウエハ W)の 2 次元的位置、及び回転角は、移動鏡 12 の位置としてレーザー干渉計 13 によってリアルタイムに計測されている。

この計測結果に基づいて主制御系 14 からウエハステージ駆動系 15 に制御情報が送られ、これに基づいてウエハステージ駆動系 15 は、Z ステージ 9、XY ステージ 10 の動作を制御する。

露光時にはウエハ W 上の各ショット領域を順次露光位置にステップ移動し、レチクル R のパターン像を露光する動作がステップ・アンド・リピート方式で繰り返される。

さて、本例では露光波長を実質的に短くして解像度を向上すると共に、焦点深度は実質的に広

predetermined projection draw ratio ;be (As for;be for example 1/4 , 1/5 etc) photoresist reduced projection is done in exposed region on the wafer W which application is done.

Furthermore, ArFexcimer laser beam (wavelength 193nm), F<sub>2</sub>laser beam (wavelength 157nm ) and it is possible to use the i-line (wavelength 365nm ) etc of mercury lamp as exposure light  $\Pi$ .

Below, you take Z-axis parallel to optical axis AX of projection optics PL, in the Z-axis take "Y" axis vertically to paper surface of Figure 1 inside the perpendicular plane , take "X" axis parallel to paper surface of Figure 1 and explain.

reticle R is kept on reticle stage RST, mechanism which X direction and Y direction, fine motion does reticle R to reticle stage RST in rotational direction is installed.

two-dimensional position , and rotation angle of reticle stage RST are measured by real time with laser interferometer (not shown in the diagram ), main control system 14 does registration of reticle R on basis of this measured value .

On one hand, wafer W through wafer holder (not shown in the diagram ), focus position of wafer W (position of Z direction)and is locked on Zstage 9 which controls tilt angle .

Zstage 9 image plane of projection optics PL is locked on X-Y stage 10 which substantially is moved alongside parallel XY plane , X-Y stage 10 is mounted on base 11.

Controlling focus position of wafer W (position of Z direction), and tilt angle , surface on the wafer W it adjusts Zstage 9, to image plane of projection optics PL with autofocus system , and and auto leveling system is packed, X-Y stage 10 does registration of X direction, and Y direction of wafer W.

two-dimensional position , and rotation angle of Zstage 9 (wafer W ) are measured to real time with laser interferometer 13 as position of portable mirror 12.

From main control system 14 control information is sent by wafer stage drive train 15 on basis of the this measurement result , wafer stage drive train 15 controls operation of Zstage 9, X-Y stage 10 on basis of this.

step it moves each shot region on wafer W when exposing in sequential exposure position ,operation which exposes pattern image of reticle R being step \*and \*repeat system , it is repeated.

Well, with this example making exposure wavelength short substantially, in order as it improves, for focus depth to make

くするために、液浸法を適用する。

そのため、少なくともレチクル R のパターン像をウエハ W 上に転写している間は、ウエハ W の表面と投影光学系 PL のウエハ側のレンズ 4 の先端面(下面)との間に所定の液体 7 を満たしておく。

投影光学系 PL は、他の光学系を収納する鏡筒 3 と、そのレンズ 4 とを有しており、レンズ 4 のみに液体 7 が接触するように構成されている。

これによって、金属よりなる鏡筒 3 の腐食等が防止されている。

なお、投影光学系 PL は、レンズ 4 を含む複数の光学素子からなり、レンズ 4 は鏡筒 3 の最下部に着脱(交換)自在に固定されている。

本例では、ウエハ W に最も近い、即ち液体 7 と接触する光学素子をレンズとしているが、その光学素子はレンズに限られるものではなく、投影光学系 PL の光学特性、例えば収差(球面収差、コマ収差等)の調整に用いる光学プレート(平行平板等)であってもよい。

また、露光光の照射によってレジストから発生する飛散粒子、又は液体 7 中の不純物の付着等に起因して液体 7 に接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要がある。

しかしながら、液体 7 に接触する光学素子がレンズであると、その交換部品のコストが高く、かつ交換に要する時間が長くなってしまう、メンテナンスコスト(ランニングコスト)の上昇やスループットの低下を招く。

そこで液体 7 と接触する光学素子を、例えばレンズ 4 よりも安価な平行平板とするようにしてもよい。

この場合、投影露光装置の運搬、組立、調整時等において投影光学系 PL の透過率、ウエハ W 上での露光光の照度、及び照度分布の均一性等を低下させる物質(例えばシリコン系有機物等)がその平行平板に付着しても、液体 7 を供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体 7 と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点もある。

resolution wide substantially, it applies liquid immersion method .

Because of that, while transfer doing pattern image of reticle R at least on wafer W, predetermined liquid 7 is filled up in surface of wafer W and between end face (lower face) of lens 4 of wafer side of projection optics PL.

projection optics PL, has had tube 3 and lens 4 which store up other optical system, in order for liquid 7 to contact only lens 4, configuration is done.

Now, corrosion etc of tube 3 which consists of metal is prevented.

Furthermore, projection optics PL consists of optical element of plural which includes lens 4, lens 4 attachment and detachment (Exchange) is locked unrestrictedly in bottommost part of tube 3.

With this example, it is closest to wafer W, namely optical element which contacts with liquid 7 is designated as lens, but optical element is not something which is limited to lens, it is good even with the optics plate (parallel planar sheet etc) which is used for adjustment of optical property, for example aberration (spherical aberration, frame aberration etc) of the projection optics PL.

In addition, originating in deposit etc of impurity in scatter particle, or liquid 7 which with lighting of exposure light occurs from resist, because surface of optical element which contacts liquid 7 becomes dirty, it is necessary periodically to exchange optical element.

But, when optical element which contacts liquid 7 is lens, time when cost of replacement part is high, at same time requires in exchange becomes long, causes rise of maintenance cost (running cost) and decrease of throughput.

It is possible then to make inexpensive parallel planar sheet optical element which contacts with liquid 7, in comparison with for example lens 4.

In case of this, illumination, of exposure light on transmittance, wafer W of projection optics PL and uniformity etc of illumination distribution substance (for example silicon-based organic substance etc) which decreases depositing to parallel planar sheet in conveyance, assembly of projection exposure apparatus and when etc adjusting, immediately before supplying liquid 7, just to exchange parallel planar sheet to be necessary, When optical element which contacts with liquid 7 is designated as the lens comparing, there is also a benefit that exchange cost \*becomes low.

また、液体 7 として、本例では例えば純水を使用する。

純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できると共に、ウエハ上のフォトリソグラフィや光学レンズ等に対する悪影響がない利点がある。

また、純水は環境に対する悪影響がないと共に、不純物の含有量が極めて低いため、ウエハの表面、及びレンズ 4 の表面を洗浄する作用も期待できる。

そして、波長が 250nm 程度の露光光に対する純水(水)の屈折率  $n$  はほぼ 1.4 であるため、KrF エキシマレーザ光の波長 248nm は、ウエハ W 上では  $1/n$ 、即ち約 177nm に短波長化されて高い解像度が得られる。

更に、焦点深度は空气中に比べて約  $n$  倍、即ち約 1.4 倍に拡大されるため、空气中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系 PL の開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

その液体 7 は、その液体のタンク、加圧ポンプ、温度制御装置等からなる液体供給装置 5 によって、所定の排出ノズル等を介してウエハ W 上に温度制御された状態で供給され、その液体のタンク及び吸引ポンプ等からなる液体回収装置 6 によって、所定の流入ノズル等を介してウエハ W 上から回収される。

液体 7 の温度は、例えば本例の投影露光装置が収納されているチャンバ内の温度と同程度に設定されている。

そして、投影光学系 PL のレンズ 4 の先端部を X 方向に挟むように先端部が細くなった排出ノズル 21a、及び先端部が広がった 2 つの流入ノズル 23a, 23b (図 2 参照) が配置されており、排出ノズル 21a は供給管 21 を介して液体供給装置 5 に接続され、流入ノズル 23a, 23b は回収管 23 を介して液体回収装置 6 に接続されている。

更に、その 1 対の排出ノズル 21a、及び流入ノズル 23a, 23b をほぼ 180° 回転した配置の 1 対のノズル、及びそのレンズ 4 の先端部を Y 方向に挟むように配置された 2 対の排出ノズル、及び流入ノズルも配置されている。

図 2 は、図 1 の投影光学系 PL のレンズ 4 の先端部 4A 及びウエハ W と、その先端部 4A を X 方向に挟む 2 対の排出ノズル及び流入ノズルと

In addition, with this example for example pure water is used as liquid 7.

pure water, as it can procure easily with such as semiconductor manufacturing plant in large scale, is a benefit which is not adverse effect for photoresist and optical lens etc on the wafer.

In addition, pure water as there is not a adverse effect for environment, because content of impurity quite is low, can expect also surface, of the wafer and action which washes surface of lens 4.

And, refractive index  $n$  of pure water (Water) wavelength for exposure light of 250 nm extent is acquired because almost 1.4 is, KrF excimer laser light wavelength 248nm, on wafer W the trend to short wavelengths being done in  $1/n$ , namely approximately 177 nm high resolution.

Furthermore, when if focus depth because approximately  $n$  times, namely approximately it is expanded in 1.4-fold in comparison with in the air, when you use in air and it could guarantee focus depth of same extent, from number of openings of projection optics PL it is possible to increase, the resolution improves even in this point.

liquid 7 with liquid supply apparatus 5 which consists of tank, pressurizing pump, temperature control device etc of liquid, through predetermined discharge nozzle etc, on wafer W is supplied with state which temperature control is done, with liquid recovering equipment 6 which consists of tank and the suction pump etc of liquid, through predetermined influx nozzle etc, recovers from on wafer W.

temperature of liquid 7 is set to temperature and same extent inside the chamber where projection exposure apparatus of for example this example is stored up.

In order and, to put between tip portion of lens 4 of projection optics PL to X direction, 2 influx nozzle 23a, 23b (Figure 2 reference) where discharge nozzle 21a, and tip portion where tip portion had become thin become wide are arranged, discharge nozzle 21a through supply hose 21, is connected by liquid supply apparatus 5, influx nozzle 23a, 23b through the recovery tube 23, is connected to liquid recovering equipment 6.

Furthermore, in order almost 180 deg to put between tip portion of the nozzle, and its lens 4 of one pair of arrangement which turned to Y direction, also discharge nozzle, and influx nozzle of 2 pairs which are arranged have been arranged discharge nozzle 21a, and influx nozzle 23a, 23b of the one pair.

Figure 2 positional relationship of tip portion 4A and wafer W of lens 4 of the projection optics PL of Figure 1 and shows discharge nozzle of 2 pairs which put between tip portion 4A

の位置関係を示し、この図 2 において、先端部 4A の +X 方向側に排出ノズル 21a が、-X 方向側に流入ノズル 23a, 23b がそれぞれ配置されている。

また、流入ノズル 23a, 23b は先端部 4A 中心を通り X 軸に平行な軸に対して扇状に開いた形で配置されている。

そして、1 対の排出ノズル 21a、及び流入ノズル 23a, 23b をほぼ 180° 回転した配置で別の 1 対の排出ノズル 22a、及び流入ノズル 24a, 24b が配置され、排出ノズル 22a は供給管 22 を介して液体供給装置 5 に接続され、流入ノズル 24a, 24b は回収管 24 を介して液体回収装置 6 に接続されている。

また、図 3 は、図 1 の投影光学系 PL のレンズ 4 の先端部 4A と、その先端部 4A を Y 方向に挟む 2 対の排出ノズル及び流入ノズルとの位置関係を示し、この図 3 において、先端部 4A の +Y 方向側に排出ノズル 27a が、-Y 方向側に流入ノズル 29a, 29b がそれぞれ配置され、排出ノズル 27a は供給管 27 を介して液体供給装置 5 に接続され、流入ノズル 29a, 29b は回収管 29 を介して液体回収装置 6 に接続されている。

また、1 対の排出ノズル 27a、及び流入ノズル 29a, 29b をほぼ 180° 回転した配置で別の 1 対の排出ノズル 28a、及び流入ノズル 30a, 30b が配置され、排出ノズル 28a は供給管 28 を介して液体供給装置 5 に接続され、流入ノズル 30a, 30b は回収管 30 を介して液体回収装置 6 に接続されている。

液体供給装置 5 は、供給管 21, 22, 27, 28 の少なくとも一つを介してレンズ 4 の先端部 4A とウエハ W との間に温度制御された液体を供給し、液体回収装置 6 は回収管 23, 24, 29, 30 の少なくとも一つを介してその液体を回収する。

次に、液体 7 の供給及び回収方法について説明する。

図 2 において、実線で示す矢印 25A の方向(-X 方向)にウエハ W をステップ移動させる際には、液体供給装置 5 は、供給管 21、及び排出ノズル 21a を介してレンズ 4 の先端部 4A とウエハ W との間に液体 7 を供給する。

そして、液体回収装置 6 は、回収管 23 及び流入ノズル 23a, 23b を介してウエハ W 上から液体 7 を回収する。

このとき、液体 7 はウエハ W 上を矢印 25B の方向(-X 方向)に流れ、ウエハ W とレンズ 4

to X direction and influx nozzle, in +X direction side discharge nozzle 21a of tip portion 4A, influx nozzle 23a, 23b is respectively arranged in -X direction side in this Figure 2.

In addition, influx nozzle 23a, 23b passes by tip portion 4A center and in "X" axis is arranged in a way which was opened in fan vis-a-vis parallel axis.

And, almost 180 deg discharge nozzle 22a, and influx nozzle 24a, 24b of another one pair are arranged discharge nozzle 21a, and influx nozzle 23a, 23b of one pair with the arrangement which turned, discharge nozzle 22a through supply hose 22, is connected by liquid supply apparatus 5, influx nozzle 24a, 24b through recovery tube 24, is connected to the liquid recovering equipment 6.

In addition, Figure 3 positional relationship of tip portion 4A of lens 4 of the projection optics PL of Figure 1 and shows discharge nozzle of 2 pairs which put between tip portion 4A to Y direction and influx nozzle, in +Y direction side discharge nozzle 27a of tip portion 4A, influx nozzle 29a, 29b is respectively arranged in -Y direction side in this Figure 3, discharge nozzle 27a through supply hose 27, is connected by liquid supply apparatus 5, Influx nozzle 29a, 29b through recovery tube 29, is connected to liquid recovering equipment 6.

In addition, almost 180 deg discharge nozzle 28a, and influx nozzle 30a, 30b of another one pair are arranged discharge nozzle 27a, and influx nozzle 29a, 29b of one pair with arrangement which turned, discharge nozzle 28a through supply hose 28, is connected by liquid supply apparatus 5, influx nozzle 30a, 30b through recovery tube 30, is connected to liquid recovering equipment 6.

liquid supply apparatus 5, through at least one of supply hose 21, 22, 27, 28, supplies liquid which temperature control is done to tip portion 4A of lens 4 and between wafer W, the liquid recovering equipment 6 recovers through at least one of recovery tube 23, 24, 29, 30, liquid.

Next, you explain concerning supply and recovery method of liquid 7.

In Figure 2, in direction (-X direction) of arrow 25A which is shown with the solid line case where step it moves wafer W, liquid supply apparatus 5, through supply hose 21, and discharge nozzle 21a, supplies liquid 7 to tip portion 4A of lens 4 and between wafer W.

And, liquid recovering equipment 6, through recovery tube 23 and influx nozzle 23a, 23b, liquid 7 recovers from on wafer W.

At time of this, as for liquid 7 on wafer W we are flowing to direction (-X direction) of arrow 25B, between of wafer W

との間は液体 7 により安定に満たされる。

一方、2 点鎖線で示す矢印 26A の方向(+X 方向)にウエハ W をステップ移動させる際には、液体供給装置 5 は供給管 22、及び排出ノズル 22a を使用してレンズ 4 の先端部 4A とウエハ W との間に液体 7 を供給し、液体回収装置 6 は回収管 24 及び流入ノズル 24a,24b を使用して液体 7 を回収する。

このとき、液体 7 はウエハ W 上を矢印 26B の方向(+X 方向)に流れており、ウエハ W とレンズ 4 との間は液体 7 により満たされる。

このように、本例の投影露光装置では、X 方向に互いに反転した 2 対の排出ノズルと流入ノズルとを設けているため、ウエハ W を +X 方向、又は -X 方向のどちらに移動する場合にも、ウエハ W とレンズ 4 との間を液体 7 により安定に満たし続けることができる。

また、液体 7 がウエハ W 上を流れるため、ウエハ W 上に異物(レジストからの飛散粒子を含む)が付着している場合であっても、その異物を液体 7 により流し去ることができるという利点がある。

また、液体 7 は液体供給装置 5 により所定の温度に調整されているため、ウエハ W 表面の温度調整が行われて、露光の際に生じる熱によるウエハの熱膨張による重ね合わせ精度等の低下を防ぐことができる。

従って、EGA(エンハンスド・グローバル・アライメント)方式のアライメントのように、アライメントと露光とに時間差のある場合であっても、ウエハの熱膨張により重ね合わせ精度が低下してしまうことを防ぐことができる。

また、本例の投影露光装置では、ウエハ W を移動させる方向と同じ方向に液体 7 が流れているため、異物や熱を吸収した液体をレンズ 4 の先端部 4A の直下の露光領域上に滞留させることなく回収することができる。

また、ウエハ W を Y 方向にステップ移動させる際には Y 方向から液体 7 の供給及び回収を行う。

即ち、図 3 において実線で示す矢印 31A の方向(-Y 方向)にウエハ W をステップ移動させる際には、液体供給装置 5 は供給管 27、排出ノズル 27a を介して液体を供給し、液体回収装置 6 は回収管 29 及び流入ノズル 29a,29b を使用して液体の回収を行ない、液体はレンズ 4 の先端部 4A

and lens 4 is filled up in stability by liquid 7.

On one hand, in direction (+X direction) of arrow 26A which is shown with the double-dot, dashed line case where step it moves wafer W, liquid supply apparatus 5 using the supply hose 22, and discharge nozzle 22a, supplies liquid 7 to tip portion 4A of lens 4 and between wafer W, liquid recovering equipment 6 recovers using recovery tube 24 and influx nozzle 24a, 24b, liquid 7.

At time of this, as for liquid 7 on wafer W we are flowing to direction (+X direction) of arrow 26B, between of wafer W and lens 4 is filled up by liquid 7.

this way, with projection exposure apparatus of this example, because mutually discharge nozzle and influx nozzle of 2 pairs which inverting are done are provided in X direction, when wafer W +X direction, or -X it moves to which of direction, it is possible to continue to fill up between wafer W and lens 4 in stability with liquid 7.

In addition, liquid 7 on wafer W in order to flow, is a benefit that even with when foreign matter (scatter particle from resist is included.) has deposited on wafer W sink it can go away foreign matter with liquid 7.

In addition, liquid 7 because it is adjusted predetermined temperature by liquid supply apparatus 5, temperature regulation of wafer W surface being done, at heat which it occurs the case of exposure superposes with thermal expansion of wafer and it is possible to prevent precision or other decrease.

Therefore, like alignment of EGA (enhance  $\mu$  global \*alignment) system, it superposes even with when in alignment and exposure there is a time difference with thermal expansion of wafer and it is possible to prevent fact that precision decreases.

In addition, because liquid 7 is flowing to same direction as the direction which moves wafer W, it can recover with projection exposure apparatus of the this example, liquid which absorbed foreign matter and heat without residence doing on exposed region of directly below of tip portion 4A of lens 4.

In addition, wafer W case where step it moves in Y direction it supplies liquid 7 from Y direction and it recovers.

Namely, in direction (-Y direction) of arrow 31 A which is shown with solid line in Figure 3 case where step it moves wafer, liquid supply apparatus 5 through supply hose 27, discharge nozzle 27a, supplies liquid, liquid recovering equipment 6 using recovery tube 29 and influx nozzle 29a, 29b, recovers liquid, liquid on exposed region of the directly

の直下の露光領域上を矢印 31B の方向(-Y 方向)に流れる。

また、ウエハを+Y 方向にステップ移動させる際には、供給管 28、排出ノズル 28a、回収管 30 及び流入ノズル 30a,30b を使用して液体の供給及び回収が行われ、液体は先端部 4A の直下の露光領域上を+Y 方向に流れる。

これにより、ウエハ W を X 方向に移動する場合と同様に、ウエハ W を+Y 方向、又は-Y 方向のどちらに移動する場合であっても、ウエハ W とレンズ 4 の先端部 4A との間を液体 7 により満たすことができる。

なお、X 方向、又は Y 方向から液体 7 の供給及び回収を行うノズルだけでなく、例えば斜めの方向から液体 7 の供給及び回収を行うためのノズルを設けてもよい。

次に、液体 7 の供給量、及び回収量の制御方法について説明する。

図 4 は、投影光学系 PL のレンズ 4 とウエハ W との間への液体 7 の供給及び回収の様子を示し、この図 4 において、ウエハ W は矢印 25A の方向(-X 方向)に移動しており、排出ノズル 21a より供給された液体 7 は、矢印 25B の方向(-X 方向)に流れ、流入ノズル 23a,23b により回収される。

レンズ 4 とウエハ W との間に存在する液体 7 の量をウエハ W の移動中でも一定に保つため、本例では液体 7 の供給量  $V_i$ ( $m^3/s$ )と回収量  $V_o$ ( $m^3/s$ )とを等しくし、また、XY ステージ 10(ウエハ W)の移動速度  $v$  に比例するように液体 7 の供給量  $V_i$ 、及び回収量  $V_o$  を調整する。

即ち、主制御系 14 は液体 7 の供給量  $V_i$ 、及び回収量  $V_o$  を、以下の式により決定する。

$$V_i = V_o = D \cdot v \cdot d \quad (3)$$

ここで、図 1 に示すように D はレンズ 4 の先端部の直径(m)、 $v$  は XY ステージ 10 の移動速度(m/s)、 $d$  は投影光学系 PL の作動距離(ワーキング・ディスタンス)(m)である。

XY ステージ 10 をステップ移動するときの速度  $v$  は、主制御系 14 により設定されるものであり、D 及び  $d$  は予め入力されているため、(3)式に基づいて液体 7 の供給量  $V_i$ 、及び回収量  $V_o$  を調整することで、図 4 のレンズ 4 とウエハ W との間には液体 7 が常時満たされる。

なお、投影光学系 PL の作動距離  $d$  は、投影光

below of tip portion 4A of lens 4 flows to direction (-Y direction) of the arrow 31 B.

In addition, wafer +Y case where step it moves in direction, using supply hose 28, discharge nozzle 28a, recovery tube 30 and influx nozzle 30a, 30b, supply and recovery of liquid are done, liquid on exposed region of directly below of the tip portion 4A +Y flows to direction.

Because of this, in same way as case where wafer W is moved to X direction, +Y direction, or -Y, wafer W and filling up between tip portion 4A of lens 4 with liquid 7 can do wafer W even with when it moves to which of direction.

Furthermore, not only a nozzle which supplies liquid 7 from X direction or Y direction and recovers, it is possible to provide nozzle in order it supplies liquid 7 from direction of for example inclination and to recover.

Next, you explain concerning supply amount, of liquid 7 and control method of recovered amount.

Figure 4 shows circumstances of lens 4 of projection optics PL and supply and recovery of liquid 7 to between wafer W, we are moving the wafer W to direction (-X direction) of arrow 25A in this Figure 4, liquid 7 which is supplied flows to direction (-X direction) of arrow 25B from discharge nozzle 21a, recovers by influx nozzle 23a, 23b.

Because lens 4 and quantity of liquid 7 which exists between wafer W it maintains uniformly even while moving wafer W, with the this example supply amount  $V_i$  of liquid 7 ( $m^{3/s}$ ) with recovered amount  $V_o$  ( $m^{3/s}$ ) is made equal, in addition, in order to be proportionate to mobility  $v$  of X-Y stage 10 (wafer W), supply amount  $V_i$ , and recovered amount  $V_o$  of liquid 7 are adjusted.

Namely, it decides main control system 14 supply amount  $V_i$ , and recovered amount  $V_o$  of the liquid 7, with formula below.

$$V_i = V_o = D \cdot v \cdot d \quad (3)$$

As here, shown in Figure 1, as for D diameter of tip portion of lens 4 (m), as for  $v$  mobility of X-Y stage 10 (m/s), as for  $d$  it is an operation distance ( [waakingu] \* [disutansu] ) (m) of projection optics PL.

When step moving X-Y stage 10, as for velocity  $v$ , being something which is set by main control system 14, as for D and  $d$  because it is inputted beforehand, by supply amount  $V_i$ , of liquid 7 and fact that recovered amount  $V_o$  is adjusted, liquid 7 usual is filled up in lens 4 of Figure 4 and between wafer W on basis of Formula (3).

Furthermore, as for operation distance  $d$  of projection optics

光学系 PL とウエハ W との間に液体 7 を安定して存在させるためには、できるだけ狭くすることが望ましい。

しかしながら、作動距離  $d$  が小さ過ぎるとウエハ W の表面がレンズ 4 に接触する恐れがあるため、或る程度の余裕を持つ必要がある。

そこで、作動距離  $d$  は、一例として 2mm 程度に設定される。

このように作動距離  $d$  は短いため、液体 7 の露光光に対する透過率が或る程度低くとも、露光光の吸収量は極めて少ない。

次に、本発明の第 2 の実施の形態につき図 5～図 7 を参照して説明する。

本例は、本発明をステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置で露光する場合に適用したものである。

図 5 は、本例の投影露光装置の投影光学系 PLA の下部、液体供給装置 5、及び液体回収装置 6 等を示す正面図であり、この図 4 に対応する部分に同一符号を付して示す図 5 において、投影光学系 PLA の鏡筒 3A の最下端のレンズ 32 は、先端部 32A が走査露光に必要な部分だけを残して Y 方向(非走査方向)に細長い矩形に削られている。

走査露光時には、先端部 32A の直下の矩形の露光領域にレチクルの一部のパターン像が投影され、投影光学系 PLA に対して、レチクル(不図示)が -X 方向(又は +X 方向)に速度  $V$  で移動するのに同期して、XY ステージ 10 を介してウエハ W が +X 方向(又は -X 方向)に速度  $\beta \cdot V$  ( $\beta$  は投影倍率)で移動する。

そして、1 つのショット領域への露光終了後に、ウエハ W のステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域への露光が順次行われる。

本例においても走査露光中は液浸法の適用によって、レンズ 32 とウエハ W の表面との間に液体 7 が満たされる。

液体 7 の供給及び回収はそれぞれ液体供給装置 5 及び液体回収装置 6 によって行われる。

図 6 は、投影光学系 PLA のレンズ 32 の先端部 32A と液体 7 を X 方向に供給、回収するための排出ノズル及び流入ノズルとの位置関係を示し、この図 6 において、レンズ 32 の先端部 32A

PL, stabilizing the liquid 7 between projection optics PL and wafer W, in order to exist, it is desirable to make as narrow as possible.

But, when operation distance  $d$  is too small, because there is a possibility surface of wafer W contacting lens 4, it is necessary to have excessively Yutaka of to a certain degree.

Then, operation distance  $d$  is set to 2 mm extent as one example .

this way operation distance  $d$  because it is short, extent where there is a transmittance for exposure light of liquid 7 also is low, the absorbed amount of exposure light quite is little.

Next, referring to Figure 5 ~Figure 7 concerning second embodiment of this invention , you explain.

this example , when this invention is exposed with projection exposure apparatus of step \*and \*scanning system , is something which is applied.

As for Figure 5 , with front view which shows bottom , liquid supply apparatus 5, and liquid recovering equipment 6 etc of projection optics PLA of projection exposure apparatus of this example , attaching, as for the lens 32 of bottommost end of tube 3A of projection optics PLA, leaving just portion where tip portion 32A is necessary for scan exposure, in Y direction(Non- scan direction) it is shaved in long and narrow rectangular same symbol on the portion which corresponds to this Figure 4 in Figure 5 which it shows.

pattern image of portion of reticle projection is done at time of scan exposure, in exposed region of rectangular of directly below of tip portion 32A, reticle (not shown in the diagram ) -X synchronization doing in order to move to direction(Or +X direction) with velocity  $V$  vis-a-vis projection optics PLA, through X-Y stage 10, wafer W +X in direction (Or -X direction) moves with velocity  $\beta \cdot V$  (As for  $\beta$  projection draw ratio ).

And, after exposure end to shot region of one , following shot region moves to scan starting position with stepping of wafer W, exposure to each shot region sequential is done with following step \*and \*scanning system .

During scan exposing with application of liquid immersion method , liquid 7 is filled up between surface of lens 32 and wafer W regarding the this example .

Supply and recovery of liquid 7 are done with respective liquid supply apparatus 5 and liquid recovering equipment 6.

As for Figure 6 , tip portion 32A and liquid 7 of lens 32 of projection optics PLA it supplies to X direction and discharge nozzle in order to recover and the positional relationship of influx nozzle are shown, shape of tip portion 32A of the lens



の形状は Y 方向に細長い矩形になっており、投影光学系 PLA のレンズ 32 の先端部 32A を X 方向に挟むように +X 方向側に 3 個の排出ノズル 21a~21c が配置され、-X 方向側に 2 個の流入ノズル 23a, 23b が配置されている。

そして、排出ノズル 21a~21c は供給管 21 を介して液体供給装置 5 に接続され、流入ノズル 23a, 23b は回収管 23 を介して液体回収装置 6 に接続されている。

また、排出ノズル 21a~21c と流入ノズル 23a, 23b とをほぼ 180° 回転した配置に、排出ノズル 22a~22c と流入ノズル 24a, 24b とを配置している。

排出ノズル 21a~21c と流入ノズル 24a, 24b とは Y 方向に交互に配列され、排出ノズル 22a~22c と流入ノズル 23a, 23b とは Y 方向に交互に配列され、排出ノズル 22a~22c は供給管 22 を介して液体供給装置 5 に接続され、流入ノズル 24a, 24b は回収管 24 を介して液体回収装置 6 に接続されている。

そして、実線の矢印で示す走査方向(-X 方向)にウエハ W を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 21、排出ノズル 21a~21c、回収管 23、及び流入ノズル 23a, 23b を使用して液体供給装置 5 及び液体回収装置 6 によって液体 7 の供給及び回収を行い、レンズ 32 とウエハ W との間を満たすように -X 方向に液体 7 を流す。

また、2点鎖線の矢印で示す方向(+X 方向)にウエハ W を移動させて走査露光を行う場合には、供給管 22、排出ノズル 22a~22c、回収管 24、及び流入ノズル 24a, 24b を使用して液体 7 の供給及び回収を行い、レンズ 32 とウエハ W との間を満たすように +X 方向に液体 7 を流す。

走査方向に応じて液体 7 を流す方向を切り換えることにより、+X 方向、又は -X 方向のどちらの方向にウエハ W を走査する場合にも、レンズ 32 の先端部 32A とウエハ W との間を液体 7 により満たすことができ、高い解像度及び広い焦点深度が得られる。

また、液体 7 の供給量  $V_i$  (m<sup>3</sup>/s)、及び回収量  $V_o$  (m<sup>3</sup>/s)は、以下の式により決定する。

$$V_i = V_o = D_{SY} \cdot v \cdot d \quad (4)$$

ここで、 $D_{SY}$  はレンズ 32 の先端部 32A の X 方向の長さ(m)である。

これによって走査露光中においてもレンズ 32 とウエハ W との間を液体 7 により安定に満たすこ

32 in Y direction has become long and narrow rectangular in the this Figure 6, In order to put between tip portion 32A of lens 32 of projection optics PLA to X direction, discharge nozzle 21a~21c of 3 is arranged in +X direction side, influx nozzle 23a, 23b of 2 is arranged in -X direction side.

And, discharge nozzle 21a~21c through supply hose 21, is connected by liquid supply apparatus 5, the influx nozzle 23a, 23b through recovery tube 23, is connected to liquid recovering equipment 6.

In addition, discharge nozzle 21a~21c and influx nozzle 23a, 23b almost 180 deg in the arrangement which turned, discharge nozzle 22a~22c and influx nozzle 24a, 24b are arranged.

sequence it is done discharge nozzle 21a~21c and influx nozzle 24a, 24b alternately in Y direction, sequence is done discharge nozzle 22a~22c and influx nozzle 23a, 23b alternately in Y direction, discharge nozzle 22a~22c through supply hose 22, is connected by liquid supply apparatus 5, influx nozzle 24a, 24b through recovery tube 24, is connected to liquid recovering equipment 6.

And, moving wafer W to scan direction (-X direction) which is shown with the arrow of solid line, when it does scan exposure, using supply hose 21, discharge nozzle 21a~21c, recovery tube 23, and influx nozzle 23a, 23b, it supplies liquid 7 with liquid supply apparatus 5, and liquid recovering equipment 6 and it recovers, in order to fill up between lens 32 and wafer W, -X it lets flow liquid 7 to direction.

In addition, moving wafer W to direction (+X direction) which is shown with arrow of double-dot, dashed line, when it does scan exposure, using supply hose 22, discharge nozzle 22a~22c, recovery tube 24, and influx nozzle 24a, 24b, liquid 7 it supplies and it recovers, in order to fill up between lens 32 and wafer W, +X it lets flow the liquid 7 to direction.

When +X direction, or -X wafer W is scanned in both direction of direction by changing direction which lets flow the liquid 7 according to scan direction, tip 32A of lens 32 and it is possible to fill up between wafer W with liquid 7 high resolution and wide focus depth is acquired.

In addition, supply amount  $V_i$  of liquid 7 (m<sup>3</sup>/s), and it decides recovered amount  $V_o$  (m<sup>3</sup>/s), with formula below.

$$V_i = V_o = D_{SY} \cdot v \cdot d \quad (4)$$

Here,  $D_{SY}$  is length (m) of X direction of tip portion 32A of the lens 32.

Now lens 32 and it is possible in during scan exposing to fill up between wafer W in stability with liquid 7.



とができる。

なお、ノズルの数や形状は特に限定されるものでなく、例えば先端部 32A の長辺について 2 対のノズルで液体 7 の供給又は回収を行うようにしてもよい。

なお、この場合には、+X 方向、又は-X 方向のどちらの方向からも液体 7 の供給及び回収を行うことができるようにするため、排出ノズルと流入ノズルとを上下に並べて配置してもよい。

また、ウエハ W を Y 方向にステップ移動させる際には、第 1 の実施の形態と同様に、Y 方向から液体 7 の供給及び回収を行う。

図 7 は、投影光学系 PLA のレンズ 32 の先端部 32A と Y 方向用の排出ノズル及び流入ノズルとの位置関係を示し、この図 7 において、ウエハを走査方向に直交する非走査方向(-Y 方向)にステップ移動させる場合には、Y 方向に配列された排出ノズル 27a、及び流入ノズル 29a,29b を使用して液体 7 の供給及び回収を行い、また、ウエハを+Y 方向にステップ移動させる場合には、Y 方向に配列された排出ノズル 28a、及び流入ノズル 30a,30b を使用して液体 7 の供給及び回収を行う。

また、液体 7 の供給量  $V_i$  ( $m^3/s$ )、及び回収量  $V_o$  ( $m^3/s$ )は、以下の式により決定する。

$$V_i = V_o = D_{sx} \cdot v \cdot d \quad (5)$$

ここで、 $D_{sx}$  はレンズ 32 の先端部 32A の Y 方向の長さ(m)である。

第 1 の実施例と同様に、Y 方向にステップ移動させる際にもウエハ W の移動速度  $v$  に応じて液体 7 の供給量を調整することにより、レンズ 32 とウエハ W との間を液体 7 により満たし続けることができる。

以上のようにウエハ W を移動させる際には、その移動方向に応じた方向に液体を流すことにより、ウエハ W と投影光学系 PL の先端部との間を液体 7 により満たし続けることができる。

なお、上記の実施の形態において液体 7 として使用される液体は特に純水に限定されるものではなく、露光光に対する透過性があるだけで屈折率が高く、また、投影光学系やウエハ表面に塗布されているフォトリソ剤に対して安定なもの(例えばセダー油等)を使用することができる。

また、液体 7 としては、化学的に安定で、即ち露光光に対する透過率が高く安全な液体であるフ

Furthermore, quantity and shape of nozzle are possible to supply liquid 7 with nozzle of 2 pairs not to be something which is specially limited, concerning long edge of for example tip portion 32A or to recover.

Furthermore, in case of this, +X direction, or -X in order and to try to be able supply liquid 7 from both direction of direction recover, arranging discharge nozzle and influx nozzle into the top and bottom, it is possible to arrange.

In addition, wafer W case where step it moves in Y direction, in same way as first embodiment, it supplies liquid 7 from Y direction and it recovers.

step it moves in non-scan direction (-Y direction) where Figure 7 the positional relationship of tip portion 32A of lens 32 of projection optics PLA and shows discharge nozzle for Y direction, and influx nozzle when wafer crosses in scan direction in this Figure 7, using discharge nozzle 27a, and influx nozzle 29a, 29b which the sequence are done for Y direction, supply and recovery of liquid 7 action, In addition, when wafer +Y step it moves in direction, using discharge nozzle 28a, and influx nozzle 30a, 30b which sequence are done for Y direction, it supplies liquid 7 and it recovers.

In addition, supply amount  $V_i$  of liquid 7 ( $m^3/s$ ), and it decides recovered amount  $V_o$  ( $m^3/s$ ), with formula below.

$$V_i = V_o = D_{sx} \cdot v \cdot d \quad (5)$$

Here,  $D_{sx}$  is length (m) of Y direction of tip portion 32A of the lens 32.

Is possible fact that it continues to fill up between lens 32 and wafer W with liquid 7 in same way as first Working Example, also the occasion where step it moves to Y direction by adjusting the supply amount of liquid 7 according to mobility  $v$  of wafer W.

Like above case where wafer W is moved, by letting flow the liquid to direction which responds to movement direction, to continue to fill up between tip portion of wafer W and projection optics PL with liquid 7, it is possible.

Furthermore, in above-mentioned embodiment liquid which is used as liquid 7 is not something which is limited in especially pure water, there being a permeability for exposure light, refractive index is high as much as possible, in addition, can use stable thing (for example [seda] oil etc) vis-a-vis photoresist which application is done in projection optics and wafer surface.

In addition, with chemically stable, namely transmittance for exposure light to be high may use fluorine type inert liquid

フッ素系不活性液体を使用してもよい。

このフッ素系不活性液体としては、例えばフロリナート(米国スリーエム社の商品名)が使用できる。

このフッ素系不活性液体は冷却効果の点でも優れている。

また、前述の各実施の形態で回収された液体 7 を再利用するようにしてもよく、この場合は回収された液体 7 から不純物を除去するフィルタを液体回収装置、又は回収管等に設けておくことが望ましい。

さらに、液体 7 を流す範囲はレチクルのパターン像の投影領域(露光の照射領域)の全域を覆うように設定されていればよく、その大きさは任意でよいが、流速、流量等を制御する上で、前述の各実施の形態のように露光領域よりも少し大きくしてその範囲をできる限り小さくしておくことが望ましい。

なお、供給される液体を流入ノズルで全て回収することは困難であるため、Z ステージ上から液体が溢れないように、例えばウエハを囲んで隔壁を形成し、その隔壁内の液体を回収する配管を更に設けておくことが望ましい。

また、前述の各実施の形態ではウエハ W(XY ステージ 10)の移動方向に沿って液体 7 を流すものとしたが、液体 7 を流す方向はその移動方向に一致している必要はない。

即ち、液体 7 を流す方向はその移動方向と交差していてもよく、例えばウエハ W を +X 方向に移動するときは、液体 7 の -X 方向の速度成分が零、ないしは所定の許容値以下となる方向に沿って液体 7 を流せばよい。

これにより、ステップ・アンド・リピート方式、又はステップ・アンド・スキャン方式(共にステップ・アンド・スティッチ方式を含む)でウエハを露光するときに、その移動方向が短時間(例えば数百 ms 程度)で頻繁に変化しても、それに追従して流体を流す方向を制御し、投影光学系とウエハとの間に液体を満たしておくことができる。

また、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置では、ショット領域間でのウエハの移動において XY ステージの走査方向及び非走査方向の速度成分が共に零とならないように、即ち 1 つのショット領域間の走査露光終了後であって XY ステージの減速中(走査方向の速度成分が零となる前)に XY ステージのステッピング(非走査方向への移動)を開始し、そのステッピングが

which is a safe liquid as liquid 7.

As this fluorine type inert liquid, you can use for example Fluorinate (tradename of United States 3M Co. ).

this fluorine type inert liquid is superior even in point of cooling effect .

In addition, to be possible to reuse liquid 7 which recovers with theaforementioned each embodiment in case of this filter which removes impurity from liquid 7 which recovers it is desirable to provide in liquid recovering equipment , or recovery tube etc.

Furthermore, range which lets flow liquid 7 in order to cover the entire area of projection region (irradiated region of exposure light ) of pattern image of reticle , if it should havebeen set, size may be option , but when controlling flow rate , flow etc, like aforementioned each embodiment enlarging a little incomparison with exposed region , it is desirable to make that range as smallas possible.

Furthermore, liquid which is supplied all recovering becauseit is difficult, in order for liquid not to overflow from on the Zstage , surrounding for example wafer , forms barrier with influx nozzle ,liquid inside barrier it is desirable furthermore to provide the pipe which recovers.

In addition, with aforementioned each embodiment let flow liquid 7 alongside movement direction of wafer W (X-Y stage 10 ), but as for direction whichlets flow liquid 7 it is not necessary to agree to movement direction .

Namely, movement direction it is possible to cross direction which letsflow liquid 7, when +X moving for example wafer W to direction, -X the velocity component of direction of liquid 7 zero , or alongside directionwhich is below predetermined allowable value liquid 7 it should have let flow.

Because of this, when exposing wafer with step \*and \*repeat system , or step \*and \*scanning system (step \*and \*stitch system is included together. ),movement direction being short time (for example several hundred ms extent), changing to frequent , following tothat, it controls direction which lets flow fluid , it ispossible to fill up liquid between projection optics and wafer .

In addition, before with projection exposure apparatus of step \*and \*scanning system , in order between the shot region for velocity component of scan direction or non- scan direction of the X-Y stage together not to become zero at time of moving the wafer , namely after scan exposure end between shot region of one in(Before velocity component of scan direction becomes zero ) in speed reduction of X-Y stage stepping (Movement to non- scan direction) of X-Y stage is

終了する前(非走査方向の速度成分が零となる前であって、例えば XY ステージの減速中)に、次のショット領域を走査露光するためにXYステージの加速を開始するように XY ステージの移動を制御する。

このような場合でも、ウエハの移動方向に応じて液体を流す方向を制御し、投影光学系とウエハとの間に液体を満たしておくことができる。

なお、本例の投影露光装置の用途としては半導体製造用の投影露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の投影露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための投影露光装置にも広く適用できる。

また、半導体素子等を製造するデバイス製造用の露光装置で使用するレチクル又はマスクを、例えば遠紫外光若しくは真空紫外光を用いる露光装置で製造することがあり、前述の各実施の形態の投影露光装置はレチクル又はマスクを製造するフォトリソグラフィ工程においても好適に使用することができる。

さらに、露光用照明光としての DFB 半導体レーザ又はファイバレーザから発振される赤外域又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム(Er)(又はエルビウムとイッテルビウム(Yb)の両方)がドープされたファイバーアンプで増幅し、かつ非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。

また投影光学系 PL は屈折系、反射系及び反射屈折系の何れでもよい。

反射屈折系としては、例えば米国特許第 5788229 号に開示されているように、複数の屈折光学素子と2つの反射光学素子(少なくとも一方は凹面鏡)とを、折り曲げられることなく一直線に延びる光軸上に配置した光学系を用いることができる。

この米国特許に開示された反射屈折系を有する露光装置では、ウエハに最も近い、即ち液体と接触する光学素子は反射光学素子となる。

なお、本国際出願で指定した指定国、又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいてこの米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

started, stepping ends, in (Before velocity component of non-scan direction becomes zero, in the speed reduction of for example X-Y stage), In order to start acceleration of X-Y stage in order it scans to expose following shot region, movement of X-Y stage is controlled.

It controls direction which lets flow liquid according to the movement direction of wafer even with when a this way, it is possible to fillup liquid between projection optics and wafer.

Furthermore, it can apply to also projection exposure apparatus for liquid crystal which exposes liquid crystal display element pattern to glass plate of for example angular type without being limited in projection exposure apparatus for semiconductor manufacture as application of projection exposure apparatus of this example, and projection exposure apparatus in order to produce thin film magnetic head widely.

In addition, reticle or mask which is used with exposure apparatus for device production which produces semiconductor element etc, there are times when it produces with exposure apparatus which uses for example far ultraviolet light or vacuum ultraviolet light, they can use projection exposure apparatus of aforementioned each embodiment for ideal regarding about photolithography process which produces reticle or mask.

Furthermore, from DFB semiconductor laser or fiber laser as illumination light for exposure the for example erbium (Er) (Or both of erbium and ytterbium (Yb)) amplifying does single wavelength laser of infrared region or visible region which oscillation is done, with fiber amplifier which doped is done, making use of harmonic which wavelength conversion is done to ultraviolet light at same time making use of nonlinear optics crystal is good.

In addition projection optics PL is good with whichever of bending type, reflected type and reflected bending types.

As reflected bending system, way it is disclosed in for example U.S. Patent 5788229 number, refracted light study element of plural and optical system which is arranged on optical axis which extends to one straight line being able to bend 2 reflected light study element (As for at least one concave mirror), without can be used.

With exposure apparatus which possesses reflected bending system which is disclosed in this U.S. Patent, it is closest to wafer, namely optical element which contacts with liquid becomes reflected light study element.

Furthermore, if Designated State, which is appointed with this International Patent Application or domestic law of selective country which is selected you permit invoking the disclosure of this U.S. Patent in, although this text it makes part which it states.

また、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をすると共に、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、液体の供給及び回収を行うための配管(供給管、排出ノズル等)を設置して、更に総合調整(電気調整、動作確認等)をすることにより本実施の形態の投影露光装置を製造することができる。

なお、投影露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

そして、半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、このステップに基づいたレチクルを製造するステップ、シリコン材料からウエハを制作するステップ、前述した実施の形態の投影露光装置によりレチクルのパターンをウエハに露光するステップ、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)、検査ステップ等を経て製造される。

なお、本発明は上述の実施の形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

更に、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む、1998年3月26日付提出の日本国特許出願第10-79263号の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用してここに組み込まれている。

#### 産業上の利用の可能性

本発明の第1又は第2の投影露光方法によれば、液浸法を使用しているため、マスクのパターン像の焦点深度を空気中における焦点深度の約  $n$  倍( $n$  は使用する液体の屈折率)に拡大でき、微細なパターンを安定に高い解像度で転写することができる。

従って、高集積度の半導体デバイス等を高い歩留りで量産できる。

また、その基板を所定方向に沿って移動させる際に、その投影光学系のその基板側の光学素子の先端部とその基板の表面との間を満たすように、その基板の移動方向に沿ってその液体を流すため、基板を移動させる際にも、その投影光学系の先端部とその基板の表面との間はその液体により満たされて、液浸法が使用でき

In addition, as it installs illuminating optical system, projection optics which configuration is done in the exposure apparatus main body from lens of plural and adjusts optics, installing the reticle stage and wafer stage which consist of multiple mechanical part in exposure apparatus main body, installing pipe (supply hose, discharge nozzle etc) in order connect metallization and pipe, supply liquid and to recover, Furthermore projection exposure apparatus of this embodiment can be produced by doing the comprehensive adjustment (electricity adjustment and operation verification etc).

Furthermore, as for production of projection exposure apparatus it is desirable to do with clean room where temperature and cleanliness etc are managed.

And, semiconductor device is produced step, device assembly step which exposes the pattern of reticle to wafer step, which produces wafer from step, silicon charge which produces reticle which is based on the step, this step which functions & designs device performance with projection exposure apparatus of the embodiment which is mentioned earlier (dicing step, bonding step, package step is included.), passing by inspection step etc.

Furthermore, this invention is not limited in above-mentioned embodiment, gist of this invention can take various configuration in range which does not deviate.

Furthermore, specification, Claims, drawing, and summary are included, all disclosed content of the Japanese Patent Application 10-79263 number of 1998 March 26 date submitting, quotation doing entirely thatway, is installed here.

#### possibility of utilization on industry

According to projection exposure method of first or second of this invention, because liquid immersion method is used, be able to expand to approximately  $n$  times (As for  $n$  refractive index of liquid which is used) of focus depth in the focus depth of pattern image of mask in air, microscopic pattern in stability transfer is possible with high resolution.

Therefore, semiconductor device etc of high degree of integration mass production is possible with the high yield rate.

In addition, in order occasion where substrate is moved alongside specified direction, to fill up between surface of tip portion and substrate of optical element of substrate side of projection optics, in order to let flow liquid alongside movement direction of substrate, liquid immersion method can use tip portion of projection optics and between surface of the substrate even occasion where substrate is moved by

る。

また、その基板上に異物が付着している場合には、その基板上に付着している異物を流し去ることができ、最終製品の歩留りの向上を図ることができるという利点がある。

次に、本発明の第 1 又は第 2 の投影露光装置によれば、本発明の第 1 又は第 2 投影露光方法を実施することができる。

また、その基板ステージの移動速度に応じてその液体の供給量、及び回収量(流量)を調整する場合には、そのステージの移動速度が変化しても投影光学系の先端部と基板の表面との間に存在するその液体の量を一定に保つことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

図 1 は、本発明の第 1 の実施の形態において使用される投影露光装置の概略構成を示す図である。

図 2 は、図 1 の投影光学系 PL のレンズ 4 の先端部 4A と X 方向用の排出ノズル及び流入ノズルとの位置関係を示す図である。

図 3 は、図 1 の投影光学系 PL のレンズ 4 の先端部 4A と、Y 方向から液体の供給及び回収を行う排出ノズル及び流入ノズルとの位置関係を示す図である。

図 4 は、図 1 のレンズ 4 とウエハ W との間への液体 7 の供給及び回収の様子を示す要部の拡大図である。

図 5 は、本発明の第 2 の実施の形態において使用される投影露光装置の投影光学系 PLA の下端部、液体供給装置 5、及び液体回収装置 6 等を示す正面図である。

図 6 は、図 5 の投影光学系 PLA のレンズ 32 の先端部 32A と X 方向用の排出ノズル及び流入ノズルとの位置関係を示す図である。

図 7 は、図 5 の投影光学系 PLA のレンズ 32 の先端部 32A と、Y 方向から液体の供給及び回収を行う排出ノズル及び流入ノズルとの位置関係を示す図である。

#### Drawings

##### 【図 1】

liquid being filled up.

In addition, when foreign matter has deposited on substrate, there is a benefit that sink it can go away from foreign matter which on substrate has deposited it is possible to assure improvement of yield rate of final product.

Next, according to projection exposure apparatus of first or second of this invention, first or second projection exposure method of this invention can be executed.

In addition, when supply amount, of liquid and recovered amount (flow) is adjusted according to mobility of substrate stage, mobility of stage changing, it is possible to maintain tip portion of projection optics and quantity of liquid which exists between surface of substrate uniformly.

#### [Brief Explanation of the Drawing (s)]

Figure 1 is figure which shows conceptual configuration of projection exposure apparatus which is used in first embodiment of this invention.

Figure 2 is figure which shows positional relationship of tip portion 4A of the lens 4 of projection optics PL of Figure 1 and discharge nozzle for X direction and influx nozzle.

Figure 3 is figure which shows of tip portion 4A of the projection optics PL of Figure 1 and positional relationship of discharge nozzle and influx nozzle which supplies liquid from Y direction and recovers.

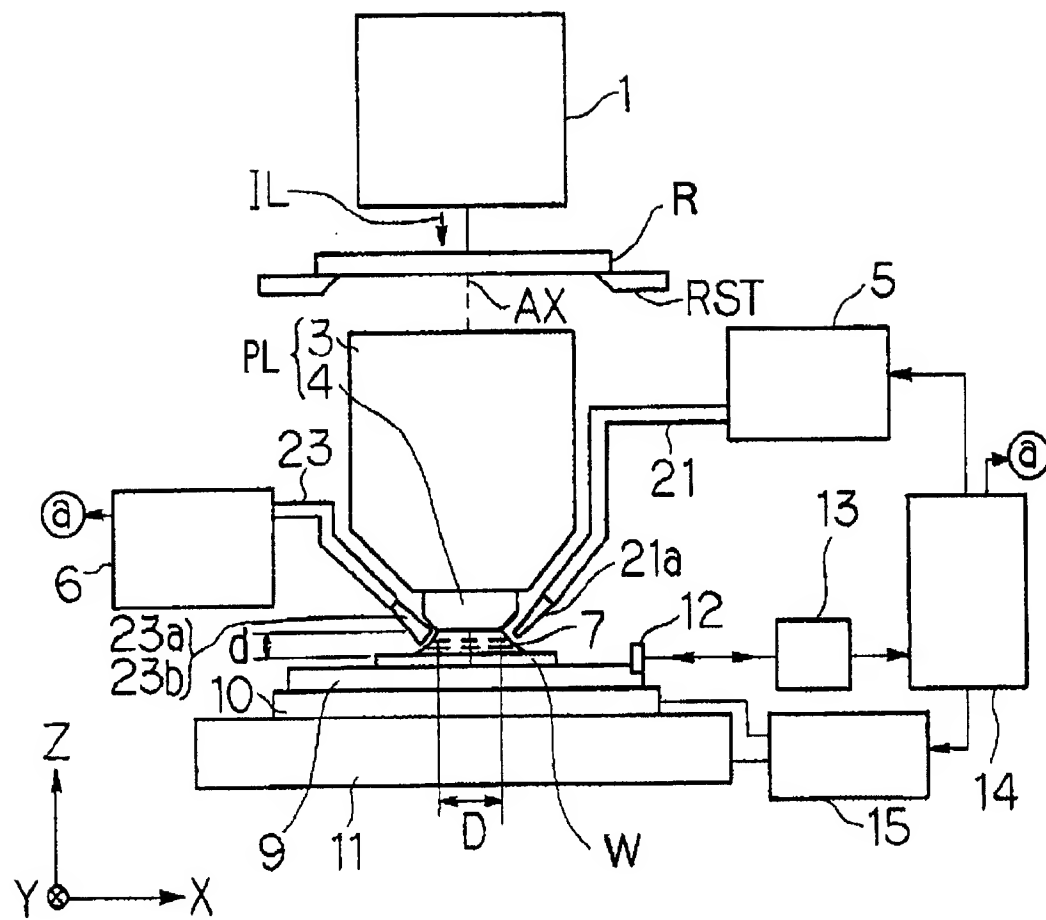
Figure 4 is lens 4 of Figure 1 and enlarged view of principal part which shows circumstances of supply and recovery of liquid 7 to between wafer W.

Figure 5 is front view which shows bottom end, liquid supply apparatus 5, and liquid recovering equipment 6 etc of the projection optics PLA of projection exposure apparatus which is used in second embodiment of this invention.

Figure 6 is figure which shows positional relationship of tip portion 32A of the lens 32 of projection optics PLA of Figure 5 and discharge nozzle for X direction and influx nozzle.

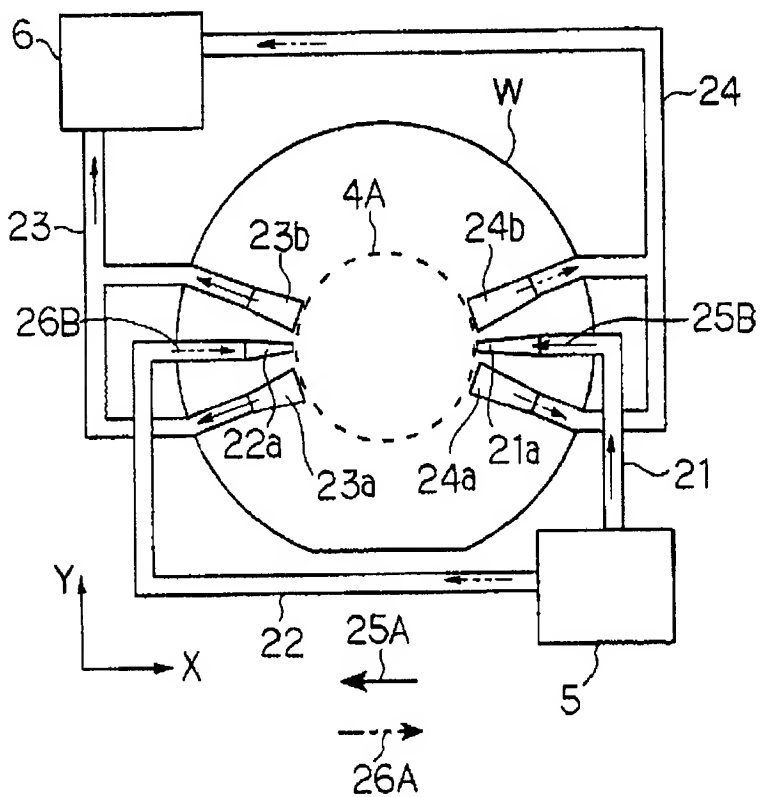
Figure 7 is figure which shows of tip portion 32A of lens 32 of the projection optics PLA of Figure 5 and positional relationship of discharge nozzle and influx nozzle which supplies liquid from Y direction and recovers.

##### [Figure 1]



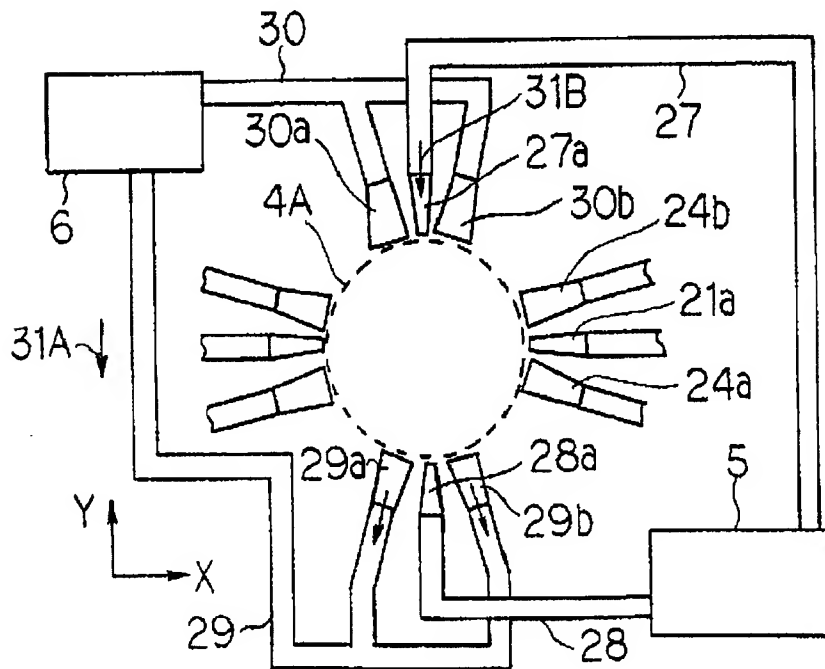
【図2】

[Figure 2]



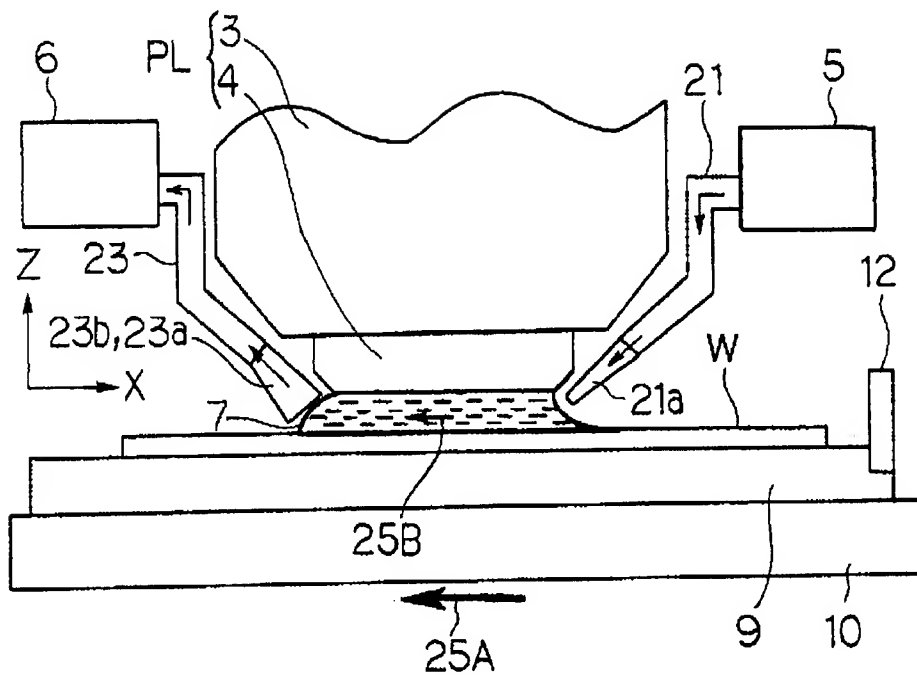
【図3】

[Figure 3]



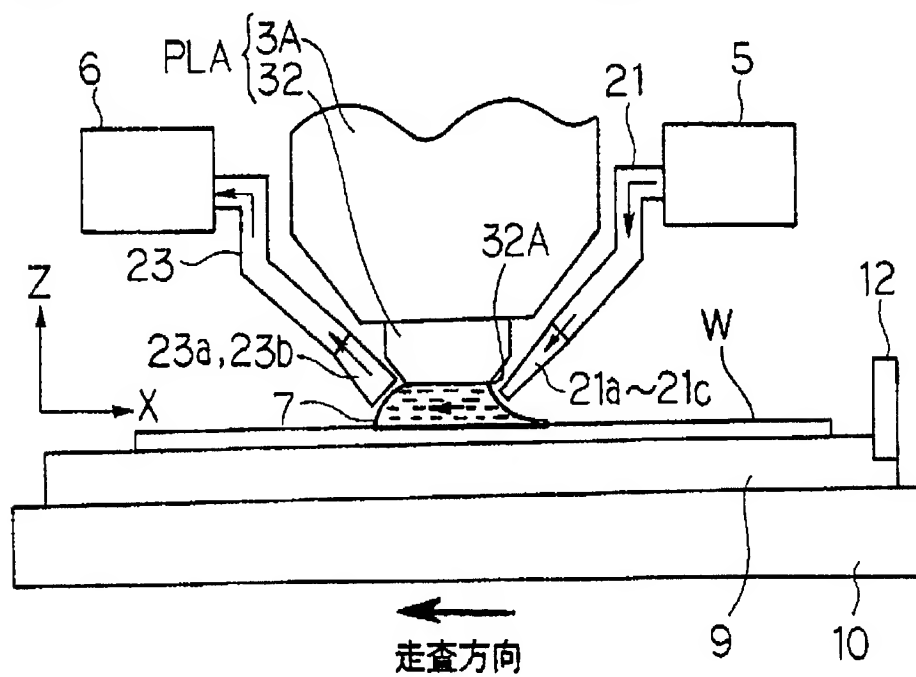
【図4】

[Figure 4]



【図5】

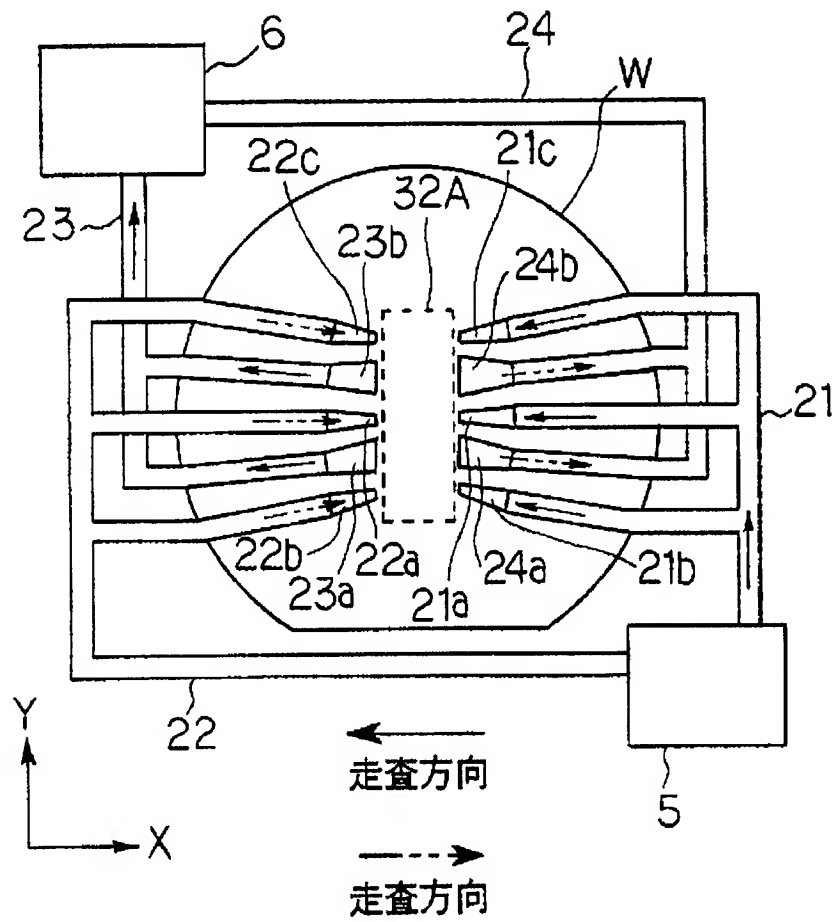
[Figure 5]



【図6】

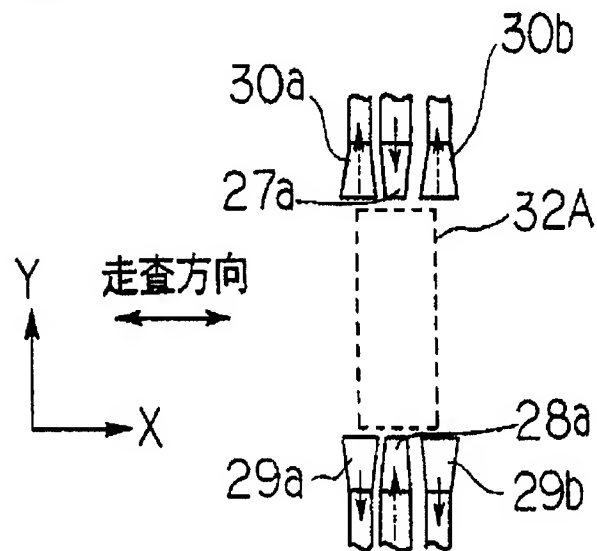
[Figure 6]





【図7】

[Figure 7]



<DP N=0028><TXF FR=0001 HE=008 WI=152 LX=0300 LY=0300>【国際調査報告】<EMI  
ID=000011 HE=187 WI=132 LX=0395 LY=0385><DP N=0029><EMI ID=000012 HE=187 WI=132  
LX=0395 LY=0300>